The copy filmed here has been reproduced thanks to the generosity of:

Bibliothèque scientifique,
Université Laval,
Québec, Québec.

The images appearing here are the best quality possible considering the condition and legibility of the original copy and in keeping with the filming contract specifications.

Original copies in printed paper covers are filmed beginning with the front cover and ending on the last page with a printed or illustrated impression, or the back cover when appropriate. All other original copies are filmed beginning on the first page with a printed or illustrated impression, and ending on the last page with a printed or illustrated impression.

The last recorded frame on each microfiche shall contain the symbol ⟶ (meaning "CONTINUED"), or the symbol ▽ (meaning "END"), whichever applies.

Maps, plates, charts, etc., may be filmed at different reduction ratios. Those too large to be entirely included in one exposure are filmed beginning in the upper left hand corner, left to right and top to bottom, as many frames as required. The following diagrams illustrate the method:

L'exemplaire filmé fut reproduit grâce à la générosité de:

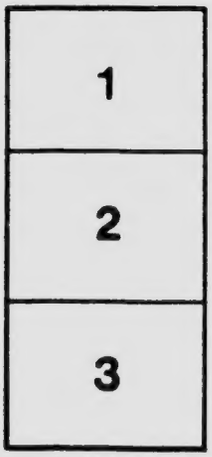
Bibliothèque scientifique,
Université Laval,
Québec, Québec.

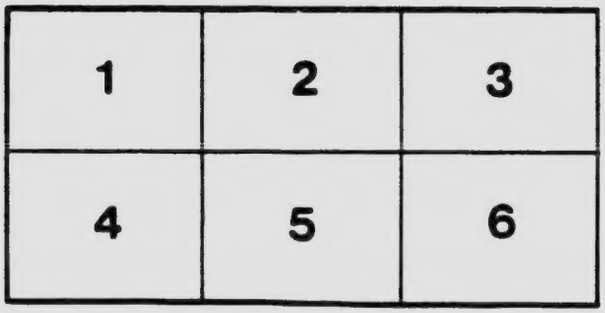
Les images suivantes ont été reproduites avec le plus grand soin, compte tenu de la condition et de la netteté de l'exemplaire filmé, et en conformité avec les conditions du contrat de filmage.

Les exemplaires originaux dont la couverture en papier est imprimée sont filmés en commençant par le premier plat et en terminant soit par la dernière page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration, soit par le second plat, selon le cas. Tous les autres exemplaires originaux sont filmés en commençant par la première page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration et en terminant par la dernière page qui comporte une telle empreinte.

Un des symboles suivants apparaîtra sur la dernière image de chaque microfiche, selon le cas: le symbole ⟶ signifie "A SUIVRE", le symbole ▽ signifie "FIN".

Les cartes, planches, tableaux, etc., peuvent être filmés à des taux de réduction différents. Lorsque le document est trop grand pour être reproduit en un seul cliché, il est filmé à partir de l'angle supérieur gauche, de gauche à droite, et de haut en bas, en prenant le nombre d'images nécessaire. Les diagrammes suivants illustrent la méthode.





Sciences
S
542
C2132
F359
73

MINISTÈRE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE
ME EXPÉRIMENTALE CENTRALE
OTTAWA - - - - - CANADA

SERVICE DE LA BOTANIQUE

MALADIES CHARBONNEUSES

DES

PLANTES CULTIVÉES

Causes et remèdes

PAR

H. T. GÜSSOW,
Botaniste du Dominion.

3 2356 00298 3433

Bulletin N° 73

Traduit au Bureau de traduction du Ministère.

Publié par ordre de l'Hon. MARTIN BURRELL, Ministre de l'Agriculture, Ottawa, Ont.

MARS 1913

S
542
C2B2
F259
73

MINISTÈRE FÉDÉRAL DE L'AGRICULTURE

FERME EXPÉRIMENTALE CENTRALE

OTTAWA - - - - - CANADA

SERVICE DE LA BOTANIQUE

MALADIES CHARBONNEUSES

DES

PLANTES CULTIVÉES

Causes et remèdes

PAR

H. T. GÜSSOW,

Botaniste du Dominion.

Bulletin N° 73

Traduit au Bureau de traduction du Ministère.

Publié par ordre de l'Hon. MARTIN BURRELL, Ministre de l'Agriculture, Ottawa, Ont.

MARS 1913

39480—1

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITÉ LAVAL

Mr. [illegible]

Trust Tennent

Quarter [illegible]

Commutation [illegible]

MONSIEUR LE MINISTRE,

J'ai l'honneur de vous soumettre le bulletin N° 74 de la série des fermes expérimentales, " Maladies charbonneuses des plantes cultivées, causes et remèdes ". Cette publication est l'œuvre du botaniste du Dominion, M. H. T. Güssow.

L'identification des charbons qui attaquent nos récoltes, les moyens de les prévenir et de les combattre, forment le thème de ce bulletin. On sait les immenses pertes que ces maladies font subir à l'agriculture canadienne. C'est donc rendre un grand service au pays et aux particuliers que de renseigner les cultivateurs à leur sujet. Pour bien comprendre l'étendue des dommages que ces divers genres de charbons peuvent faire subir aux cultivateurs, il faut avoir constaté leurs effets dans certains cas particuliers, puis calculé la somme totale des dégâts. Pour ceux qui ont eu l'occasion d'observer les pertes causées par ces champignons, tant dans le volume de la récolte que dans sa qualité, le chiffre de $15,000,000 par année, pour le Canada seul, ne semble nullement exagéré. Je suis d'avis que ce bulletin devrait être répandu à nombreux exemplaires, par tout le Canada, mais principalement dans les provinces des Prairies.

J'ai l'honneur d'être, monsieur le ministre,

Votre obéissant serviteur,

J. H. GRISDALE,

Directeur des fermes expérimentales.

OTTAWA, 25 mars 1913.

TABLE DES MATIERES

Lettre d'envoi .. 3

PREMIERE PARTIE.

Observations générales .. 7
Les charbons n'attaquent pas seulement les plantes cultivées .. 7
Les charbons sont produits par des champignons microscopiques .. 7
Leur nature et leur action sur la plante hospitalière .. 7
Spores des charbons et leur dispersion .. 7
La batteuse est un facteur important dans la propagation des charbons .. 8
Vitalité des spores de charbons.—Naturelle .. 9
Vitalité des spores passant par le corps des animaux .. 9
Danger que présentent les aliments charbonneux pour la santé des animaux .. 10
Reproduction des charbons et infection de la plante hospitalière .. 11
Influence de la température .. 12
Influence de la date des semis sur les attaques de la carie .. 12
Susceptibilité des variétes de blé à la carie .. 14
Pertes causées à l'agriculture .. 16

DEUXIEME PARTIE.

Carie du blé ou "maladie des harengs" *(Tilletia Tritici)*, 17—*apparence dans le champ*, 17—*spores du champignon*, 17—*longévité des spores*, 19—*germination de la spore*, 19—*la carie n'attaque que le blé*, 20—*mode de traitement*, 20—*est-il bon de traiter tout le blé avant de le semer*, 20—*lavage préventif à l'eau*, 21—*trempage dans une solution de sulfate de cuivre*, 22—*trempage dans la formaline*, 22—*arrosage à la couperose bleue*, 22—*arrosage à la formaline*, 22—*précautions générales*, 22—*les solutions ne perdent pas leur force*, 23—*traitement de grandes quantités de grain*, 23—*machines à carie*, 23—*vitalité du grain peut être affaiblie par le traitement*, 23.

Charbon du blé *(Ustilago tritici)*, 24—*aspect dans le champ*, 24—*caractéristiques biologiques*, 24—*phases*, 26—*les spores sont mûres avant que le blé soit en fleurs* [illegible]—*importance de l'époque de maturation des spores*, 26—*l'infection de la fleur s'opère*, 28—*inflorescence de la plante du blé*, 28—*germination des spores de charbon*, 28—*analogie entre les spores de charbon et les grains de pollen*, 28—*le champignon du charbon vit dans le grain*, 28—*ni la formaline ni la couperose bleue ne peuvent avoir raison du charbon*, 29—*il faut enlever toutes les plantes infectées*, 29—*doutes sur l'efficacité du traitement*, 29—*découverte du traitement à l'eau chaude*, 29—*remarques préliminaires sur le traitement à l'eau chaude*, 29—*la germination est affaiblie*, 29—*travaux coopératifs sur le traitement à l'eau chaude*, 29—*production du grain de semence sur la ferme, par l'emploi de semence pure*, 30—*moyen d'obtenir du grain exempt de charbon*, 30—*le grain trempé dans l'eau chaude est débarrassé de toutes les sortes de charbons*, 31—*raisons du succès du traitement à l'eau chaude*, 31.

Simple méthode de traitement à l'eau chaude .. 32

(a) Traitement Préliminaire ou Trempage .. 32
Appareils nécessaires .. 32
Façon de procéder .. 32

(b) Traitement Principal .. 33
Accessoires nécessaires .. 33
Façon de procéder .. 33

(c) Séchage du Grain Traité .. 33
Autres Remarques .. 34
Méthode coopérative danoise .. 34
Machines spéciales employées en Allemagne .. 34

Charbons de l'orge 34
(a) CHARBON COUVERT DE L'ORGE (*Ustilago hordei*), 33—*apparence dans le champ*, 36—*les spores se dispersent au battage*, 36—*germination des spores*, 36—*mode de traitement*, 36.
(b) LE CHARBON NU DE L'ORGE (*Ustilago Nuda*), 36—*infection de la fleur*, 37—*marche*, 37—*traitement*, 37.

Charbons de l'avoine (Pl. 5) 37
Les charbons de l'avoine causent de grandes pertes 37
(a) CHARBON NU DE L'AVOINE (*Ustilago Avenae*), 37—*aspect dans le champ*, 37—*dispersion des spores avant la moisson*, 39—*conditions de développement*, 39—*germination des spores*, 39—*traitement*, 39.
(b) CHARBON COUVERT DE L'AVOINE, (*Ustilago levis*), 37—*aspect dans le champ*, 37—*les spores se dispersent au battage*, 40—*traitement*, 40.

Charbon du maïs (*Ustilago Zeae*), (Pl. 6), 40—*ne se borne pas aux fleurs*, 40—*importance de découvrir les premières indications*, 40—*les tumeurs peuvent apparaître sur toutes les parties de la plante*, 40—*sa spore*, 42—*nouveau mode d'infection*, 42—*importance des découvertes de Brefeld*, 42—*germination de ses spores*, 42—*ses spores ne causent pas une infection directe, il faut des conidies aériennes*, 43—*la température l'affecte*, 43—*leçons tirées de l'évolution de ce champignon*, 43—*enlèvement des plantes ou des parties charbonneuses*, 43—*danger qu'il y a à jeter des plantes charbonneuses sur un tas de fumier*, 43—*importance des assolements*, 43—*choisir le grain de semence sur des plantes saines*, 43—*le traitement de la semence est inutile*, 43.

Charbon du maïs à balai (*Sphacelotheca Sorghi*) (Pl. 7a), 44—*le charbon nuit à la qualité de la paille*, 44—*effet sur la production de la graine*, 44—*aspect de la maladie*, 44—*le charbon du maïs à balai appartient à un genre distinct*, 44—*germination des spores*, 44—*infection des jeunes plantes*, 46—*mode de traitement*, 46.

Charbon du millet (*Ustilago Crameri*) (Pl. 7b), 46—*aspect dans le champ*, 46—*aspect des spores et mode de germination*, 46—*les jeunes plantes sont infectées*, 46—*employer de la semence à bonne faculté germinative*, 46.

Résumé 47
SOLUTION DE COUPEROSE BLEUE (SULFATE DE CUIVRE) 49
SOLUTION DE FORMOL (FORMALINE) 49
TRAITEMENT PAR TREMPAGE 49
TRAITEMENT PAR ARROSAGE 49
SÉCHAGE DU GRAIN APRÈS TRAITEMENT 50
Difficultés à surmonter 50
Réinfection après le traitement 50
TRAITEMENT À L'EAU CHAUDE 50
Traitement préliminaire 50
Traitement final 50

Traitement pour le charbon du maïs 51

APPENDICE.

Méthode à suivre pour étudier la germination de spores de charbon dans les cultures artificielles 52
RASSEMBLEMENT DES MATÉRIAUX 52
PRÉPARATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES 52
PRÉPARATION DES CULTURES 52
PRÉPARATION DE VUES PERMANENTES DE SPORES EN GERMINATION 53

Description des champignons de charbon étudiés dans ce bulletin 54
FAMILLE DES USTILAGINÉES 54
FAMILLE DES TILLETIÉES 57

Explication des termes botaniques 58

MALADIES CHARBONNEUSES DES PLANTES CULTIVEES.

CAUSES ET REMÈDES.

PAR

H. T. Güssow, *botaniste du Dominion.*

PREMIERE PARTIE.

OBSERVATIONS GENERALES.

Les charbons n'attaquent pas seulement les plantes cultivées.—Ces maladies bien connues et si apparentes, généralement désignées sous le nom de charbons, ne s'attaquent pas seulement aux plantes cultivées de l'ordre naturel des graminées, au nombre desquelles nos céréales viennent au premier rang par ordre d'importance. Elles se rencontrent également chez d'autres plantes qui n'ont qu'une parenté très éloignée avec la famille des graminées. Mais elles n'ont d'importance pour les cultivateurs qu'en raison de la valeur économique des plantes attaquées. Nous nous sommes donc bornés, dans les pages suivantes, à étudier les formes les plus importantes des charbons qui nuisent aux plantes utiles en agriculture.

Les charbons sont produits par un champignon microscopique. Leur nature et leur action sur la plante hospitalière.—Tous les charbons sont causés par de minuscules plantes parasitaires, appelées champignons microscopiques. Beaucoup de ces plantes minuscules—appelées moisissures dans le langage populaire—sont très destructives à cause de leur mode de vie parasitaire. Elles sont parasites parce que tous les champignons sont incapables de fabriquer leur propre nourriture; elles comptent donc, pour leur subsistance, sur la nourriture toute prête qu'elles trouvent dans les tissus de la plante—c'est-à-dire de la plante hospitalière comme nous l'appellerons dans ce traité—sur laquelle elles vivent. Elles s'opposent souvent au but de la culture de certaines plantes quand elles ne le détruisent pas entièrement, par exemple, la production du grain dans le cas des céréales; enfin elles peuvent causer la mort de la plante aux dépens de laquelle elles ont si longtemps vécu. Les divers champignons qui causent les charbons nous fournissent les meilleurs exemples de parasitisme ;parfois ils peuvent empêcher entièrement le grain de se produire. Ces champignons, de même que les autres champignons microscopiques qui leur sont apparentés, possèdent de délicats organes végétatifs—le mycelium—au moyen duquel ils vivent entièrement ou en partie dans les cellules de la plante hospitalière. Après avoir acquis une vigueur suffisante, grâce à l'absorption de nourriture tirée de cette plante, ils produisent de nombreux organes générateurs ou reproducteurs—les spores—qui sortent à la surface des parties de la plante infectée où elles produisent des symptômes plus ou moins visibles (excroissances, sacs de carie). Les désordres causés par les champignons qui se développent ainsi dans les cellules de la plante hospitalière sont parfois si légers qu'ils ne se manifestent à l'extérieur que lorsque le champignon a atteint sa maturité et produit ses spores. Parfois aussi, d'énormes masses de spores se produisent dans les cellules de la plante hôte; cette dernière ne peut résister à l'augmentation de pression qui se produit à l'intérieur, les tissus affectés se gonflent, finissent par éclater et les spores apparaissent à l'extérieur sous forme d'une poudre noirâtre ou brunâtre.

Spores des charbons et leur dispersion.—Lorsque le champignon en est arrivé à cette phase, la dispersion des spores suit presque immédiatement. Les spores de cham-

pignons sont comparables aux graines des plantes plus hautement organisées en ce sens qu'elles reproduisent leur espèce. Mais ce ne sont pas des graines au vrai sens botanique du terme.

Les spores des charbons sont des cellules végétales minuscules, rondes ou arrondies, beaucoup plus fines, beaucoup plus légères que la poussière du chemin ou les autres impuretés atmosphériques; le moindre courant d'air les disseminе. Mais dans la dispersion de ces spores le vent ne joue pas un rôle aussi important que l'on a prétendu. Sans doute, pendant le battage des grains très charbonnés, le vent peut jouer un rôle important en disséminant les spores qui sortent de la batteuse en nuages de poussière noire, mais il en est autrement dans les conditions normales, c'est-à-dire dans le champ même. Des expériences minutieuses sur la dispersion des spores produites dans un champ de grain charbonné ont été faites dans des localités très éloignées les unes des autres, (Russie et Allemagne), et ont donné des résultats si concordants que les conclusions qui en ont été tirées peuvent être considérées comme sûres. On a constaté que les spores de charbons ne sont pas transportées à plus de 250 verges d'un champ fort infecté. Dans son savant traité "Researches on Fungi" le professeur Buller, de l'université du Manitoba, exprime cette opinion: "Un vent d'une vitesse de plusieurs milles à l'heure peut souvent transporter, à de très grandes distances, les spores d'une fructification (en parlant de champignons d'un ordre plus élevé), mais à cause de leur chute graduelle, à raison de 0·5–5 mm. par seconde, tôt ou tard toutes les spores doivent atteindre la terre. Plus elles sont grosses, plus elles tombent rapidement".

Le vent est, sans aucun doute, l'un des facteurs naturels qui contribuent le plus à la dissémination des spores de champignons, mais les charbons ne sont pas entièrement propagés par cet agent. Les spores adhèrent au chevelu du grain de blé (voir planche 1, figure c. d.), aux petites fentes ou aux sillons profonds des balles de l'avoine, à l'enveloppe rugueuse de l'orge. La maladie se répand naturellement par l'emploi de grain de semence infecté. Les spores peuvent aussi être transmises au sol avec le fumier infecté, par les instruments de ferme, les machines recouvertes de spores. Elles envahissent aussi les granges, infectent le coffre à grain et contaminent le nouveau grain qui était peut-être tout à fait sain. Il faut avoir soin de se servir de sacs propres, surtout pour la semence qui a été traitée, sinon celle-ci serait infectée. Les vieux sacs qui ont contenu du grain carié peuvent être débarrassés de leurs spores par une immersion dans une forte solution de formaline ou dans de l'eau bouillante. On peut s'en servir de nouveau sans risque après les avoir fait sécher. Il faut veiller à tous ces détails lorsque l'on bat du grain charbonné.

La batteuse est un facteur important dans la propagation des charbons.—Nous ne saurions terminer cet exposé des moyens par lesquels les spores se dispersent sans parler du transport de la batteuse d'une ferme à l'autre. Sans doute, cette coutume, généralement suivie, est très avantageuse dans la pratique ordinaire de la ferme, mais elle contribue beaucoup à répandre les charbons et à les introduire sur la ferme qui en était indemme. Une batteuse qui a servi à du grain carié est tellement infestée de spores que tout le grain que l'on y bat ensuite peut contracter la maladie à moins que l'on n'ait parfaitement stérilisé l'appareil.

On admet que la batteuse sert à répandre les mauvaises herbes. Nous en avons la preuve dans les lois des mauvaises herbes, promulguées dans certaines provinces, et qui obligent les ouvriers chargés de la machine de la nettoyer avant de l'enlever d'une ferme ainsi que toutes les parties de l'appareil, voiture, support, etc. Mais la fumigation n'est pas prescrite. Or, une machine qui a servi au battage du grain carié contient des millions de spores qu'elle répand sur tous les chemins ou sur toutes les routes par lesquels elle passe, sans compter qu'elle infecte le grain que l'on y bat ensuite. Ce n'est que par l'adoption de moyens permettant de contrôler les agents de dissémination que l'on peut espérer enrayer la propagation des charbons. Les méthodes de traitement ne réduiront pas ces maladies, il faut aussi faire disparaître les moyens

d'infection. Il conviendrait donc d'obliger les ouvriers à nettoyer leur machine pour en faire disparaître les germes qu'elle renferme aussi bien que pour en enlever les graines de mauvaises herbes qui peuvent s'y trouver. En l'absence de dispositions légales, nous conseillons fortement aux cultivateurs d'insister sur l'emploi de machines propres et d'éviter celles qui peuvent introduire des maladies dont l'extirpation coûtera infiniment plus de temps et d'argent qu'il n'en faudrait pour nettoyer la machine.

Un cultivateur qui aurait réussi, par des années de soins, à faire disparaître ou à peu près les charbons de sa ferme ruinerait tout l'effet de ce travail en employant, pour un seul battage, une machine infestée de germes de ces maladies.

Nous savons que l'époque où ce nettoyage doit se faire est peut-être l'une des plus pressées de l'année; nous savons également que plusieurs centaines de batteuses fonctionnent en même temps, mais ces faits font ressortir la nécessité de prendre des précautions contre les charbons plutôt qu'ils ne l'atténuent. Nous proposons que ce nettoyage soit rendu obligatoire et que l'on demande aux autorités provinciales de passer une loi prescrivant le parfait nettoyage des batteuses avant que ces machines soient employées sur de nouveaux locaux. L'opération est aussi simple qu'efficace. Après avoir balayé le dedans et le dehors de la machine pour enlever les graines de mauvaises herbes, le contremaître de l'équipe fait tremper quelques vieux sacs dans la formaline—une livre par gallon d'eau— et les place à l'intérieur de la machine, après quoi on recouvre toutes les ouvertures pour retenir le formol qui s'évapore. Si toutes les ouvertures ont été bien bouchées, les vapeurs détruiront complètement la vitalité de toutes les spores de charbons pendant le transport de la machine d'une ferme à l'autre. Après cinq ou six heures de fumigation l'intérieur de la machine ne renferme plus de spores vivantes. L'extérieur et les accessoires, voiture, cadre, etc., peuvent être rapidement stérilisés au moyen d'un pulvérisateur portatif ordinaire, rempli de la même solution de formaline que nous venons de mentionner. Après un peu d'expérience l'opération entière ne devrait pas exiger plus d'une demi-heure de travail et elle ne coûte que très peu de chose.

Le cultivateur devrait insister pour que ce traitement soit appliqué et le batteur devrait, avant de quitter la ferme où il vient d'opérer, se procurer un certificat établissant que le traitement a été dûment appliqué. Ce certificat devrait être signé par le cultivateur chez qui il vient de battre, et sa présentation sera exigée par le cultivateur sur la ferme duquel la machine se rend ensuite. En prenant ces précautions, les cultivateurs aideraient beaucoup à réduire les charbons dans toutes les régions où l'on cultive du grain.

La vitalité des spores de charbons—(a) Naturelle: Les spores de certaines maladies qui se propagent entièrement par des spores, telles par exemple la carie du blé, le charbon couvert de l'orge, le charbon de l'avoine, etc., durent très longtemps; placées dans des circonstances favorables ces spores conservent leur vitalité de sept à huit ans. A l'état sec elles sont extrêmement résistantes aux gelées.

Partout où les spores sont les seuls agents de reproduction, la nature les a douées d'une très grande résistance, mais dans les plantes qui ont également une reproduction végétative, tels par exemple les vrais charbons, les spores perdent leur vitalité en cinq ou six mois. Il n'existe pas, dans ces cas, de nécessité pour que les spores vivent longtemps, car le champignon se reproduit par les filaments de mycelium qui se trouvent dans les tissus de la semence, comme nous verrons plus tard. Naturellement cette question de la longévité des spores est très importante lorsqu'il s'agit de choisir des moyens pour combattre les charbons. Elle nous montre, par exemple, qu'il serait inutile de conserver longtemps du grain charbonneux car la faculté germinative du grain serait réduite avant celle des spores; il n'y aurait donc aucun avantage à gagner par cette pratique.

(b) Vitalité des spores passant par le corps des animaux.—Il s'agit maintenant de savoir si les spores qui passent par le corps des animaux conservent leur faculté

germinative. Cette question a une importance toute pratique car le fumier des animaux constitue un milieu très favorable à la germination des spores, lesquelles, appliquées à la terre avec ce fumier, conservent longtemps leur puissance d'infection. Il faut prendre toutes les précautions pour empêcher que le fumier ne soit contaminé de spores. Il importe donc de savoir si ces spores sont détruites par les sucs secrétés dans l'estomac ou si elles peuvent encore répandre les charbons après être restées quelque temps dans le fumier des animaux. Naturellement les spores les plus importantes qui ont été l'objet de ces recherches sont celles qui causent l'infection de jeunes plantes, par exemple celles de la carie du blé. Un peu pour cette raison et un peu parce qu'il est facile de les obtenir en quantités suffisantes pour faire des essais utiles d'alimentation, on s'est généralement servi des spores de ce champignon. Les expériences les plus récentes sur ce point peuvent se résumer comme suit: "La grande majorité des spores de carie perdent leur faculté germinative en passant par le corps des animaux de tous genres. Cependant celles qui passent par le corps des porcs sont plus aptes à germer que les autres.

On voit donc qu'il est encore à craindre que les spores absorbées par les animaux et contenues dans le fumier ne transmettent la maladie..

Les aliments infectés de spores de charbons sont-ils dangereux pour la santé des animaux? La presse agricole a discuté de temps à autre la question de savoir si les animaux qui reçoivent du grain ou des aliments charbonnés peuvent en souffrir. Aujourd'hui même des manuels importants insistent sur le danger de cette pratique. On dit que le grain charbonné, et aussi bien la paille que le grain, sec ou vert, sont dangereux. On attribue à leur usage des désordres de l'appareil digestif, l'amaigrissement, l'émission de salive, la paralysie de l'arrière train et des muscles de la bouche et de la gorge, et, dans certains cas, la mort. Tels sont les symptômes et les résultats assez souvent enregistrés.

Mais les résultats que nous ont donné de minutieuses recherches et des expériences bien conduites ne confirment pas cette sévère condamnation, et nous sommes bien forcés de croire qu'il y a plus de supposition que de vérité, chose qui, du reste, n'est pas rare dans des enquêtes de ce genre.

Tout dernièrement cette importante question a été l'objet d'une étude attentive à la station expérimentale agricole de Rostock, Allemagne. Voici, en peu de mots, les conclusions de ces expériences:—

"On prétend que les substances renfermant des spores de charbon (et particulièrement de la carie du blé) ont fait tort à la santé des animaux auxquels elles étaient données, et cependant nous n'avons pu découvrir un seul cas montrant qu'une indisposition pût être attribuée, en toute certitude, aux aliments infectés de spores. Au contraire, des essais scientifiques effectués sur des animaux sous observation constante auxquels on donnait de grandes quantités de spores pures de carie ont montré que l'on s'exagérait les mauvais effets de ces spores".

Les animaux sur qui ces expériences ont été faites étaient des porcs, vaches, chevaux, moutons, lapins, poulets et pigeons. Bien qu'on leur eût donné de grandes quantités de spores de carie, souvent pendant plusieurs semaines, les observateurs n'ont pu en venir à une conclusion définitive. Il ne faut pas oublier que dans les essais d'alimentation de ce genre, les animaux manifestent fréquemment des symptômes d'indisposition qui peuvent ne pas être le résultat de l'alimentation. Les mêmes cas se sont produits dans cette série d'expériences et l'auteur en est venu aux conclusions suivantes:

"Il semble à propos de ne pas recommander l'emploi d'aliments infectés de spores de charbons car ces aliments ne sont pas toujours sans danger dans toutes les circonstances. Les animaux en gestation et ceux qui sont naturellement sujets à de légers

désordres intestinaux ne devraient pas recevoir cette nourriture. Suivant d'autres écrivains, les spores de charbons contiennent un poison qui agit directement sur la matrice: des précautions s'imposent donc. La difficulté de connaitre les vraies causes de l'indisposition dans nos expériences laisse encore cette question importante non réglée".

Le docteur McAlpine, le pathologiste du gouvernement australien, dit ce qui suit: "Un fait intéressant à noter, c'est que les excroissances bien connues du maïs contiennent probablement le même alcaloïde que l'ergot et l'extrait fluide est employé de la même manière". L'action singulière de l'ergot sur l'uterus en gestation est bien déterminée, de même que la nature réellement nocive de ce champignon quand il est donné dans la nourriture des animaux.

Il peut être intéressant de savoir que nous avons examiné récemment des excroissances semblables de charbon sur du riz aquatique chinois (*Zizania latifolia*), provoquées par le champignon du charbon *Ustilago esculenta* P. Henn, et cependant l'on nous assure que ce riz constitue un aliment important en Chine.

Quant au charbon de l'avoine nous trouvons la déclaration suivante dans le bulletin n° 7 du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, page 6: "L'avoine fortement charbonnée, donnée en fourrages verts, peut causer de l'irritation et des congestions. Un certain nombre de pertes d'animaux parmi les bestiaux du nord de l'Alberta ont été attribuées à ce fait. Dans le Montana, un certain nombre de vaches ont été nourries de foin charbonné et dans les douze heures qui ont suivi le premier repas, la moitié sont mortes en montrant des symptômes de gastrite et d'excitation cérébrale. On a retiré le foin de l'alimentation et il n'est plus mort d'animaux. Un examen post-mortem a révélé une forte dilatation de l'estomac."

Nous trouvons ces opinions plus ou moins unanimes sur ce point que les aliments charbonnés ne sont pas sains, et bien que cette question ne soit pas parfaitement réglée, nous conseillons au cultivateur de ne pas risquer de perdre des animaux en leur donnant des aliments d'une nature aussi douteuse.

Reproduction des charbons et infection de la plante hospitalière.—Nous avons déjà étudié la production des spores de charbons et la façon dont elles se dispersent. L'époque de la dispersion des spores embrasse la question de reproduction ainsi que celle du mode d'infection des plantes. Dans les plantes annuelles, lorsque la graine est mûre, la plante a rempli sa fonction qui est de se reproduire: elle a donc terminé sa vie. Elle remet à la graine le soin de perpétuer l'espèce. De même, lorsque les spores des charbons ont mûri, la vie du champignon vient à son terme. Pour que la reproduction ait lieu il faut que les spores trouvent un milieu favorable à leur développement. Cette nouvelle génération du champignon nous apparait sous la forme des maladies charbonneuses bien connues. Pour que les spores de certaines formes de charbons puissent se propager, il faut qu'elles viennent en contact avec le sol. Dans la carie du blé, le charbon couvert de l'orge, le charbon nu de l'avoine et autres, les spores adhèrent à la surface du grain et sont ainsi semées avec ce dernier. Lorsque la spore vient en contact avec le sol, elle germe et produit un mycelium court et épais d'où se développent des spores secondaires ou même tertiaires, lesquelles, au moyen de filaments, attaquent la jeune plante qui a poussé dans l'intervalle. C'est ce mode d'infection que l'on appelle infection des semis.

Certaines plantes, d'ordre plus élevé, non seulement produisent des semences mais se propagent aussi au moyen de racines vivaces, tel par exemple le laiteron vivace: c'est ce que l'on appelle la reproduction végétative. Dans quelques champignons de charbons il existe un mode semblable de reproduction, mais la spore elle-même joue toujours le rôle important. Dans le charbon du blé et de l'orge, les spores sont mûres à l'époque de la floraison de ces céréales: éparpillées par le vent elles tombent sur l'organe femelle de la plante en fleur où elles germent—de la même manière que le grain du pollen quand il féconde l'ovaire; elles s'introduisent dans l'ovaire de la fleur.

restent dormantes sous formes de parties délicates de mycelium sans empêcher le grain de se former, et ce grain, tout en contenant le germe de la maladie, a un aspect normal. Les plantes provenant de cette semence finissent par montrer à la longue la maladie du charbon. Ce mode d'infection est appelé infection de la fleur.

Nous trouvons un troisième mode d'infection dans le maïs (blé d'Inde). Ici, les spores mûres peuvent produire immédiatement une nouvelle infection. Dans les espèces qui produisent l'infection des semis et de la fleur une période de repos est nécessaire, tandis que le charbon du maïs peut se répandre dans le champ sur une étendue considérable la même saison. L'infection de la plante de maïs peut avoir lieu à tout moment, dans toutes les parties jeunes et tendres de la plante.

On comprend sans peine qu'il importe de connaître ces divers modes d'infection quand on veut combattre les charbons. Dans un cas, il faut empêcher les spores d'arriver au sol, dans l'autre il faut empêcher les germes que renferme le grain de se développer tandis que dans le charbon du maïs, il faut avoir recours à une autre méthode pour faire disparaître la source de l'infection.

Les charbons sont influencés par certaines conditions.—Au cours des expériences effectuées à la ferme expérimentale centrale, nous avons fait certaines observations singulières, indiquant l'influence de certaines conditions sur le développement de ces maladies.

Nous avons constaté, par exemple, en semant du blé infecté de spores de carie, que les parcelles témoins ne comptent pas plus d'épis cariés que les parcelles de semence dont les épis ont été traités. Nous n'avons jamais eu cette difficulté avec le charbon de l'avoine. Nous nous sommes procuré l'opinion d'autres investigateurs sur ce sujet et nous avons constaté qu'elles confirmaient, dans une large mesure, nos propres observations.

Le docteur C. E. Saunders, le céréaliste du Dominion, qui connaît, par une longue expérience, les conditions d'Ottawa, et peut parler avec autorité sur ce point, dit que la carie est assez rare sur les parcelles expérimentales de la ferme d'Ottawa, bien qu'il ne traite pas régulièrement son blé pour cette maladie. C'est aussi l'opinion générale que la carie fait peu de ravages dans les provinces de l'Est. Dans l'Ouest, les conditions sont toutes différentes.

Le docteur Edward C. Johnson, du "Grain Investigations Office", ministère de l'Agriculture des Etats-Unis, nous a donné les résultats de son expérience dans la lettre que voici:

"Comme vous, à Ottawa, j'ai échoué à bien des reprises dans mes essais de production de carie. Voulant mettre à l'essai diverses méthodes de traitement, j'ai inoculé à la semence de fortes quantités de spores de carie et j'ai planté cette semence après en avoir traité une partie. Toutes les plantes provenant de cette semence étaient propres, même celles des parcelles témoins qui auraient dû être cariées. Evidemment, il y a, dans la physiologie de cette carie, des choses qui ne sont pas encore comprises, et surtout en ce qui concerne les conditions qui influencent le phénomène de l'infection".

Comme cet investigateur le fait entendre, il reste encore bien des choses à expliquer dans le mode d'infection du blé par la carie.

La date des semis exerce apparemment une influence sur les attaques de la carie.—Les investigateurs européens se sont occupés également des questions soulevées dans le paragraphe précédent. Quelques-uns apportent de nouvelles preuves expérimentales indiquant que cette immunité de la plante ne dépend pas d'une résistance particulière de la plante elle-même, mais plutôt que l'infection de la plante dépend d'un certain nombre de facteurs extérieurs, favorables ou non au développement de la carie. Nous nous rapporterons ici à des exemples frappants sous ce rapport. Un grand champ de blé d'hiver, semé vers la fin d'octobre, a été fortement attaqué par la carie (environ 60 p.c.) tandis que les champs adjacents, appartenant au même cultivateur, ensemen-

cés de la même variété et traités de la même manière, mais semés au commencement d'octobre n'ont montré aucun signe d'infection. Un autre cultivateur avait semé du blé de printemps, non traité, au commencement de février et un autre au milieu de mars; à l'époque de la moisson, 30 p.c. des premiers semis et moins de 5 p.c. des derniers étaient infectés de carie.

Voulant déterminer l'influence de la date des semis, le docteur Munerati (Journal d'Agriculture pratique 76, vol. II, Paris 1912) a entrepris des expériences fort intéressantes. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant:

Date des semis.	Blé infecté. Traité.	Non traité.
11 octobre	0 p.c.	1 p.c.
21 octobre	0 p.c.	3 p.c
10 novembre	1 p.c.	10 p.c.
22 novembre	4 p.c.	90 p.c.
10 février	2 p.c.	30 p.c.
10 mars	0 p.c.	5 p.c.

On voit par ces résultats que les conditions climatériques très différentes qui régnaient sans doute à l'époque où ces semis ont été faits ont exercé un effet sur le taux d'infection. Nous avons fait des observations du même genre au sujet de la virulence, suivant l'époque des semis, de la maladie bien connue de la hernie du navet. En expliquant le tableau qui précède le docteur Munerati dit: "Un grain recouvert de spores de carie (*Tilletia*) et qui n'a pas été traité par des solutions, échappe aux attaques du champignon s'il est semé de bonne heure; au contraire le même grain semé par une température basse et dont la plante se développe lentement est infecté. Le contraire se produit dans le cas du blé de printemps. En pratique, plus on sème tard à l'automne et plus on sème tôt au printemps, plus il est nécessaire de traiter le grain avec des fongicides". Les conditions atmosphériques du Canada peuvent être très différentes, mais il est indéniable que l'on a enregistré des cas très semblables où le blé a échappé à l'infection. Quels sont donc les effets de ces conditions climatériques sur la diminution ou l'augmentation de la carie?

On n'ignore pas l'influence de la température sur la germination du blé et les spores de carie. Plus cette température est basse, plus la germination du blé se fait lentement. Le blé semé en pots et tenu à une température de 34-36 degrés F., c'est-à-dire quelques degrés au-dessus du point de congélation, a commencé à germer mais ses progrès étaient très lents. A la température de 77 degrés F., la germination a eu lieu en 20 heures et la période qui s'écoule entre le commencement de la germination et la production de la première feuille qui perçait la gaîne protectrice, a été fortement raccourcie par l'élévation de température.

D'autre part, les spores de carie (*Tilletia*) ne commencent leur vie active qu'à 41° F., tandis que leur maximum de germination se fait à environ 77° F.

Si nous tenons compte de ces faits, on comprendra facilement que le blé qui se met à germer à une température plus basse que les spores de carie peut être dans la phase la plus susceptible à l'infection lorsque ces dernières commencent à se montrer actives. D'autre part, lorsque l'on considère que dans des circonstances normales, la jeune plante de blé n'est sujette aux attaques du champignon que pendant huit ou dix jours, la plante peut avoir dépassé cette phase avant que le champignon ait réussi à faire une attaque. On voit donc quel rôle important la température joue à l'époque de la germination.

L'infection de la plante de blé a lieu pendant la période qui s'écoule à partir du commencement de la germination jusqu'au moment où la première feuille verte est prête à se faire un chemin au travers de la gaîne sans couleur qui l'entoure (voir fig. 1 a-e). Normalement, cette période est courte. Que ce taux de développement soit plus considérable dans certaines variétés de blé que dans d'autres, nous le savons

par ce fait que le blé Early Ohio a fait preuve d'une très grande résistance à la carie en Allemagne. Cette variété germe beaucoup plus rapidement que toute autre. Cependant elle aussi peut être assez fortement cariée suivant l'époque où les semis se font; elle peut porter de 0 à 62 p.c. de carie.

Susceptibilité des variétés de blé à la carie —Nous pouvons conclure de ces observations que le pourcentage d'infection des différentes variétés de blé n'est pas dû à un degré spécial d'immunité ou de susceptibilité mais plutôt aux conditions extérieures et que la température semble être la plus importante de ces conditions. Mais les investigateurs qui ont pris note de ces pourcentages différents d'infection y ont vu des caractères qui méritaient d'être propagés dans le but de produire des variétés résistantes. Nous croyons fermement que dans tout travail fait en vue d'accroître la résistance à la maladie il faut prendre en considération les principes scientifiques sur lesquels reposent le champignon lui-même et son mode d'attaque sur la plante hôte. Le fait qu'une variété échappe à l'infection n'est pas toujours une preuve ni même une indication qu'elle possède une forte immunité.

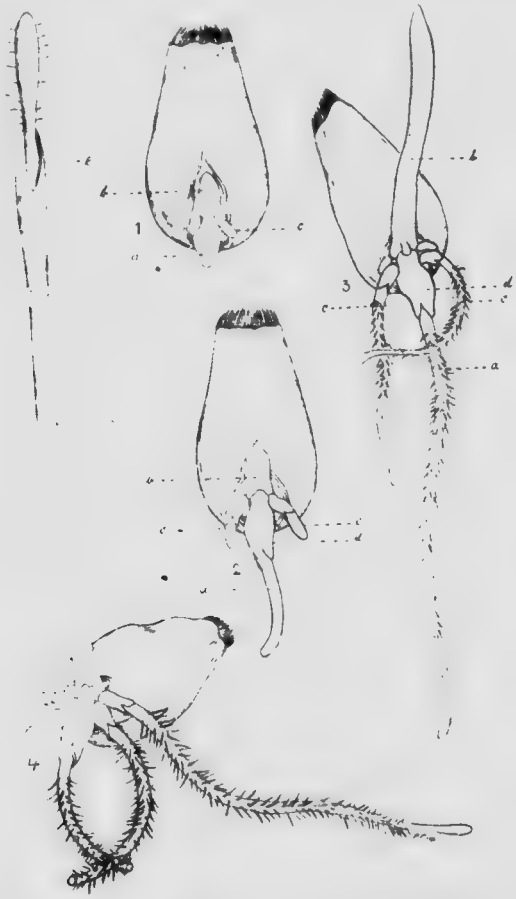


Figure 1 du texte. Fig. 1—4 Différentes phases de la germination du blé pendant lesquelles l'infection par les spores de la carie peut s'effectuer: (a) racine primaire, (b) tige, (c) racines secondaires, (d) gaines protectrices, (e) endroit où la première feuille verte perce la gaine, aucune infection ne peut avoir lieu après cette phase. (Dessins extraits de la série de diagrammes "The life of the wheat plant" publié par la société royale d'agriculture d'Angleterre, préparé par Franci Bauer sous la surveillance du docteur Wm. Carruthers, F. R. S. Originaux au musée d'histoire naturelle à Kensington).

Spores hivernant dans le sol.—Il est important également de savoir si les spores qui restent dans le sol pendant l'hiver peuvent transmettre la maladie d'une année à l'autre. Tout d'abord, pour ce qui est des vrais charbons du blé et de l'orge, nous pouvons les exclure de cette discussion en nous souvenant de ce qui a été dit au sujet du mode d'infection des plantes par cette forme de maladie.

Quant aux autres sortes de charbons qui se propagent directement au moyen de spores, les conditions qui règnent dans les provinces de l'Est et dans l'Ouest sont totalement différentes.

Dans l'Est nous pouvons prendre comme prouvé le fait que la carie (*Tilletia*) n'est pas propagée par les spores qui reposent dans le sol. Dans certains pays européens on considère que cette question de savoir si la carie est transportée par les spores laissées dans le sol a peu ou point d'importance.

Dans l'Ouest la question a pris un aspect entièrement différent. M. G. H. Clark, le commissaire des semences du ministère fédéral de l'Agriculture, se dit convaincu que les spores de la carie infectent la plante cultivée dans les champs, où elles se répandent en gros nuages sortant de la batteuse. Cette opinion est confirmée par d'autres renseignements rassemblés à ce sujet. Nous avons préparé des parcelles à la ferme expérimentale d'Ottawa dans lesquelles nous avons mélangé des spores viables avec le sol. Au printemps nous y avons semé du grain, qui n'a pas été carié, mais il ne faut pas oublier que nous n'avions pas déjà réussi à produire la carie par d'autres moyens. Pour régler cette question si étrange, nous avons fait d'autres expériences qui ont jeté de la lumière sur le sujet. Nous considérons que cette différence est due principalement aux conditions climatériques défavorables qui exercent une action néfaste sur les spores de carie dans l'Est tandis que dans l'Ouest ces conditions n'existent pas. Elle n'est pas due à la gelée seule. En hiver nous avons exposé des sacs de carie (*Tilletia*) à la gelée en mettant un petit tube en verre, renfermant les spores, dans un récipient rempli d'eau que nous avons laissé geler complètement; la température descendit à 20 degrés au-dessous de zéro plus d'une fois. Après les avoir laissées plus de trois mois dans ce bloc de glace, nous avons examiné les spores et les avons trouvées parfaitement normales, mais, bien entendu, elles ne donnaient aucun signe de germination. Nous les avons alors fait germer dans des cultures artificielles et nous avons obtenu 100 p.c. de spores en vie. Dans une expérience du même genre des spores sèches ont été exposées à la gelée et leur germination n'en a pas non plus souffert. On voit donc que les grands froids n'affectent pas la germination des spores de repos, qu'elles soient sèches ou humides.

Nous avons fait germer des séries de spores de carie dans de petites chambres de culture, puis nous les avons exposées à la gelée pendant de courtes périodes et à diverses phases de leur développement. Nous avons poursuivi alors les cultures dans les conditions habituelles mais nous avons constaté que la gelée avait détruit la vitalité des spores dès que la germination avait eu lieu. Evidemment, dans sa phase de repos, la spore est bien protégée contre la gelée, mais la gelée devient destructive dès que la paroi protectrice de la spore a été rompue par le tube germinatif. Cette expérience semble indiquer que les spores qui germent en automne, puis qui sont exposées à de basses températures, sont détruites et ne transmettent pas l'infection. Mais lorsque les spores gèlent et qu'il ne se produit pas de dégel assez long pour provoquer une vie active,—n'oublions pas qu'une température d'au moins 41 degrés F. est nécessaire pour cela—elles peuvent conserver leur vitalité dans ces conditions et il est donc raisonnable de conclure de cette expérience que les températures intermittentes—tantôt encourageant la germination des spores, tantôt arrêtant leur progrès—nous permettent d'entrevoir la solution du problème déjà mentionné.

Pour ce qui est des provinces à grain de l'Ouest, l'infection du sol est une question importante dont il est bon de se souvenir quand on bat du blé carié. Il serait bon, dans ces conditions, de battre aussitôt que possible après la moisson afin de donner aux spores le temps de germer avant que les gelées ne prennent.

Les maladies charbonneuses causent de grandes pertes au producteur et au pays.— On conçoit aisément l'immensité des pertes causées par la carie et les charbons dans un pays de l'étendue du Canada. Si l'on dressait une statistique exacte des dommages causés sur toute l'étendue de notre pays on verrait que nous y perdons une très forte somme d'argent et qui pourrait être épargnée si tous les producteurs de grain s'entendaient pour prévenir tous les moyens de dissémination de ce champignon parasite.

Beaucoup d'investigateurs ont essayé d'évaluer les dégâts causés par ces maladies dans d'autres pays et leurs évaluations sont éloquentes.

On estime que le charbon de l'avoine cause une perte de $18,000,000 par an aux Etats-Unis. Cette évaluation est basée sur une perte moyenne de 8 p.c. de la récolte totale de l'avoine pendant les années de 1890 à 1893. L'état de Wisconsin estime que la perte provoquée par le charbon de l'avoine est de 17 p.c. de la récolte totale, soit cinq millions de piastres pour l'année 1902. Des chiffres plus récents (1907), indiquent une perte de 7 p.c. sur la récolte de blé ou de un-demi million de dollars. Les rapports officiels de l'état de Washington évaluent la perte de blé pour l'année 1902, à deux millions et demi de dollars.

Nous avons, de temps à autre, examiné des champs de grain dans toutes les régions du Canada et nous avons souvent vu de grands champs fortement infectés. Règle générale, le cultivateur qui n'a que quelques acres de grain paraît s'en inquiéter beaucoup moins que celui qui a plusieurs centaines d'acres. Dans certaines réserves indiennes on fait pousser du grain qui est généralement fortement carié ou charbonneux, ce qui montre que l'on ne traite nullement la semence avant de la mettre en terre. Plus on donne d'occasions de ce genre aux champignons des charbons, plus il faudra de temps ensuite pour réduire les dégâts. Nous avons essayé, en ces deux dernières saisons, de rassembler des données indiquant approximativement les dommages subis par les récoltes de grain du Canada. D'après les observations de deux années, basées sur des calculs personnels, nous trouvons une perte moyenne de 6·2 p.c. due aux charbons dans toutes les sortes de grains.

Bien que ce chiffre (6·2 p.c.) soit loin d'être exact pour le Canada ou même pour certaines provinces, nous avons des raisons de croire qu'il reste plutôt au-dessous de la réalité. Mais d'après ces chiffres, chaque producteur de grain canadien perd en moyenne 6·2 p.c. d'intérêt sur son capital.

Evaluée d'après ce pourcentage la perte totale pour le Canada tout entier se monterait à près de dix-sept millions de dollars par an. On voit, par le tableau suivant, les divers rendements des grains, leur valeur et les pertes subies:—

Sorte de grain.	Année.	Récolte totale.	Valeur des récoltes.	Pourcentage détruit par la carie.		Pertes moyennes.
		Bois.	$	p.c.	p.c.	$
Blé	1910	149,989,000	112,973,000	5·7	6	6,778,380
	1911	215,851,000	138,567,000	5	5	6,928,350
Avoine	1910	323,119,000	114,365,000	5·9	7	8,005,550
	1911	318,187,000	126,812,000	6·9	7½	9,510,900
Orge	1910	55,117,000	21,400,300	5·7	6	1,284,018
	1911	40,641,000	23,004,000	4·7	5½	1,265,220

Perte totale pour deux ans 33,772,418
Perte totale moyenne pour un an. 16,886,209

La superficie totale en grain pour l'année 1911 a été de 20,998,230 acres; si nous considérons que la perte causée par les charbons en cette année-là se montait à $17,704,470, la perte par acre serait d'environ 84 cents. Le traitement du grain au formol par l'arrosage coûterait environ un centin le boisseau et ne reviendrait pas à plus de 4 centins l'acre, main-d'œuvre comprise. Le cultivateur y gagnerait donc 80 cents par acre de grain. Néanmoins le cultivateur est exposé à perdre cette somme tous les ans à moins que le traitement du grain ne se pratique de façon plus générale.

II.

DEUXIEME PARTIE.

DESCRIPTION DE DIVERSES MALADIES CHARBONNEUSES. MARCHE ET TRAITEMENT

1. "Carie du blé" ou "maladie des harengs".

(Planche 2, fig. b, c.)

Cette expression singulière de "maladie des harengs", convient cependant très bien à cette forme de charbon. Le cultivateur expérimenté constate promptement sa présence dans le blé par l'odeur singulière et franchement désagréable qui s'en dégage. Cette odeur, qui est provoquée par un alcaloïde volatil appelé Trimethylamine, rappelle l'odeur âcre de la saumure qui a servi à des harengs et de laquelle on peut même l'obtenir chimiquement. Elle persiste longtemps et fournit une excellente indication à l'acheteur de blé de semence.

La carie du blé de même que toutes les maladies de ce genre est provoquée par un champignon microscopique ou plutôt deux champignons distincts, l'un d'une variété à spores lisses, beaucoup moins fréquent au Canada (*Tilletia foetens* (B. & C.) Trel.) et l'autre d'une variété beaucoup plus commune, portant un réseau de marques à la surface des spores (*Tilletia tritici* (Bjerk.) Winter) (Pl. 8, fig. 1.) Nous avons examiné au laboratoire bien des épis de blé carié mais aucun ne contenait les spores lisses de la première variété. Il importe peu aux fins de ce bulletin que la carie soit due à l'une ou à l'autre de ces espèces de champignons car tous deux répondent au traitement préventif d'une manière également satisfaisante.

Apparence dans le champ.—Lorsque l'on n'a pris aucune précaution et que l'on s'est servi de grain carié pour la semence, la maladie ne sera constatée que lorsque la maturité de l'épi est assez avancée; alors ceux qui renferment le germe de la maladie prennent une teinte d'un vert plus sombre que les épis sains—un vert presque bleuâtre—et ils restent verts beaucoup plus longtemps que ces derniers. Les épis affectés se tiennent invariablement plus droits tandis que ceux qui renferment le grain en cours de maturation—dont le poids augmente constamment— se penchent légèrement. Si l'on cueille l'un de ces épis à apparence suspecte et qu'on l'examine attentivement on constate qu'au lieu du grain normal l'épi renferme des corps un plus gros que le grain et beaucoup plus replets et plus courts (planche 1, fig. e, f). C'est ce grossissement du grain qui fait que l'épi paraît plus ouvert, aspect qui devient de plus en plus visible à mesure que l'épi mûrit, si bien que vers la fin on voit facilement, de l'extérieur, ces corps en forme de grain. Si l'on enlève un grain d'un épi de blé infecté on constate une autre caractéristique qui le différencie du grain de blé normal; c'est un court éperon qui se trouve au bout du grain (planche 1, fig. e). Si l'on presse l'un de ces corps entre le doigt et le pouce on fait éclater la peau et il en sort une substance poussiéreuse, à couleur plus ou moins foncée, suivant l'état de la maturation, (pl. 1, fig. f) qui répand une forte odeur de saumure de hareng. Cette substance se compose entièrement des spores du champignon. Dans des circonstances ordinaires, ce grain ou, pour parler plus correctement, ces sacs de carie ne s'ouvrent pas quand ils sont dans le champ et les épis infectés sont moissonnés avec les épis sains.

Les spores du champignon.—Plus tard, lorsque l'on bat ce blé, un grand nombre des sacs de carie crèvent et les spores, mises en liberté, infectent le grain sain. Au battage de blé fortement infecté il se dégage parfois une telle quantité de spores que l'on voit un nuage noir sortant de la batteuse. Chaque sac de carie renferme tou-

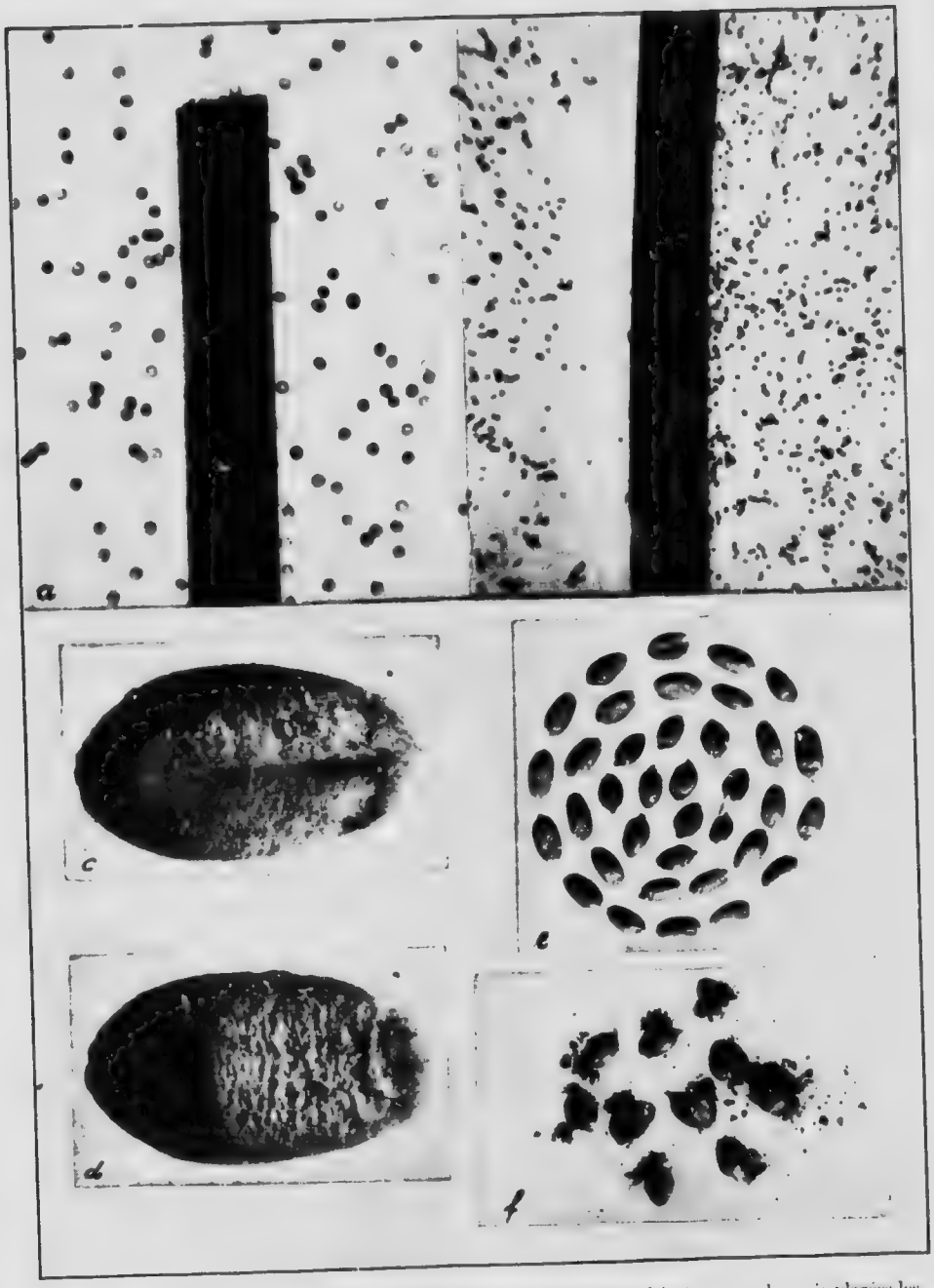


Planche 1. (a) Cheveu humain et spores de la carie du blé grossis 85 fois. 8 spores de carie placées les unes à côté des autres font la largeur d'un cheveu. (b) Cheveu humain et spores du charbon du blé ; 19 de ces spores placées l'une à côté de l'autre mesuraient la largeur du cheveu. (c) Face inférieure du grain de blé montrant le "sillon" et le "bout chevelu". (d) Face supérieure du même grain montrant les "rides" de la surface. Les deux faces grossies 7 fois. A noter : si le grain de blé était grossi autant que le cheveu humain, c'est à dire 85 fois, il aurait 23 pouces de long ; comparez aux spores de carie. (e) Les deux rangs extérieurs sont composés de grains de blé sains ; au centre 11 sacs de carie avec les appendices ; grosseur naturelle. (f) Sacs de carie écrasés ; les masses noires se composent des millions de spores.

jours de deux à trois millions de spores. Pour donner une idée de la grosseur de ces spores et pour mieux faire comprendre le danger d'infection qu'elles présentent pour le grain sain, on a pris une photographie de spores de carie à côté desquelles un cheveu humain avait été placé. Dans cette photographie, les spores et le cheveu sont fortement grossis, mais tous deux ont subi le même grossissement; nous voyons alors qu'il faut huit spores de carie placées l'une à côté de l'autre pour égaler l'épaisseur d'un cheveu (planche 1, fig. a). Cette extrême petitesse des spores nous fait mieux comprendre quelles précautions sont nécessaires pour les empêcher de se répandre dans l'air et de se déposer sur toutes sortes d'objets, instruments agricoles, outils, tas de fumier, etc., d'où elles sont plus tard transportées au sol, sans parler du danger d'infection directe qui existe pour le sol et qui peut se produire dans les conditions déjà étudiées au chapitre d'introduction. Chaque spore peut, par elle-même, répandre la maladie.

Nous avons déjà comparé la spore du champignon à la "graine" des plantes. Cette comparaison est exacte, la spore est la "semence" de la maladie de la carie, tout comme le grain ou l'amande du blé est la semence du blé.

Les spores du champignon de la carie sont des corps minuscules, ronds, brunâtres, à surface réticulée, c'est-à-dire couverte d'un réseau de fines veines.

Longévité des spores.—La longévité des spores de carie a été l'objet d'investigations nombreuses. Les spores détachées conservent leur vitalité pendant au moins trois ans mais on sait que des spores conservées dans les sacs de carie non ouverts ont germé après sept ou huit années. D'autre part le blé qui avait été conservé huit ans dans de bonnes conditions d'emmagasinage et qui, tout d'abord, germait dans la proportion de 99 p.c. ne donnait plus, après cet intervalle, qu'une germination de 47 p.c. On voit qu'il est bien inutile de compter se débarrasser de la carie en gardant longtemps du blé infecté. La longévité des spores de carie est importante pour le champignon lui-même, c'est une adaptation naturelle aux conditions dans lesquelles il lui faut vivre. Si la spore ne devait rester en vie que peu de temps—ce qui est le cas pour les autres charbons—alors les chances de reproduction seraient très limitées, et ceci est contraire à la nature. Le but de la graine ou de la spore est de se reproduire, c'est pourquoi les plantes qui dépendent entièrement de ce mode de reproduction ont généralement des graines qui vivent longtemps.

Germination de la spore.—Quand on sème du blé infecté de spores de carie, que cette infection provienne de circonstances naturelles ou d'un manque de soins, les spores passent par diverses phases de développement avant que la plante de blé devienne infectée à son tour. Tout d'abord, la spore de carie s'ouvre à un point quelconque et il sort de l'ouverture un tube germinatif court et épais (planche 8, fig. B, "1"). C'est ce que l'on appelle le promycelium. La phase suivante est la production d'une série de paires de spores secondaires, ou conidies en forme de croissant, arrangée en cercle autour de l'extrémité du promycelium (pl. 8, fig. B, "2"). Chaque membre de cette "couronne" de spores peut produire une autre spore plus épaisse mais plus petite (planche 8, fig. B, "3"), ou directement, un tube fin, semblable à un cheveu, et encore les nouvelles spores peuvent produire ces tubes. Ces tubes de mycelium, semblables à des cheveux, sont des tubes d'infection. Quand ils se forment pendant la période de germination du blé, à partir du moment de la production de la première radicule jusqu'au moment où la première feuille s'apprête à percer sa gaîne protectrice il en résulte presque sûrement une infection. Ce tube d'infection perce les tissus jeunes et tendres de la plante de blé et quand il réussit à arriver au point de développement, il continue à pousser avec le blé, sans qu'on puisse le voir de l'extérieur, jusqu'à l'époque de la production des spores, qui se fait dans l'épi du blé.

Nous avons déjà dit que les conditions de température qui règnent au moment de la germination du blé et des spores déterminent si oui ou non une attaque doit se produire. Disons à ce sujet que l'on trouve parfois un ou plusieurs épis seulement

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITÉ LAVAL

attaqués par le champignon tandis que d'autres épis de la même plante sont tout à fait sains. On explique cette singularité de la manière suivante:—

Chaque épi de blé est produit dans une tige séparée, et pousse d'un endroit bien défini. Règle générale le champignon attaque de bonne heure les divers points de croissance mais lorsque, pour une raison ou pour une autre, les premiers épis ont échappé à l'infection, les derniers peuvent ne pas avoir autant de chance, et les points de croissance envahie par le champignon portent l'infection et produisent des épis infectés. D'ailleurs, dans le développement des maladies des plantes, tout dépend de "l'équilibre" des conditions, de la constitution de la plante elle-même, de la vigueur du champignon attaquant, enfin de la force relative des deux plantes. C'est la plus forte qui l'emporte. Il est donc raisonnable de s'attendre à ce qu'une plante produise des épis sains ou malsains, ou des épis partiellement sains et entièrement malades dans le même épi, et nous avons déjà vu que ce fait se produit (pl. 2, fig. c.)

Nous avons vu que le champignon de la carie, en poussant dans les cellules de la plante, ne produit de mauvais effets visibles que lorsque l'épi apparaît, cependant le champignon peut être présent dans les cellules et peut ne pas réussir à arriver à l'épi; dans ce cas l'épi échappe à l'infection mais il n'est pas de bonne qualité. Lorsque l'on désire produire une bonne espèce de blé, il serait peu sage d'employer pour la semence du grain qui provient d'une récolte infectée, quelle que soit l'efficacité du traitement, car un grain imparfaitement développé n'a pas la même force de germination, et nous savons que la vigueur de la germination et la force de la jeune plante sont deux facteurs importants qui permettent au grain d'échapper à l'infection. On admet généralement que les grains bien nourris et bien développés produisent les meilleures plantes et que le grain d'une faible énergie vitale rend moins et qu'il est beaucoup plus susceptible à l'infection.

La carie n'attaque que le blé.—Aux points de vue microscopique et biologique la carie du blé est toute différente des charbons des autres grains Chaque sorte de grain a ses parasites particuliers qui ne peuvent attaquer aucune autre plante. Lorsque l'on sème des spores de carie avec de l'avoine ou de l'orge ou *vice versa* ces plantes ne s'infectent pas. S'il en était ainsi, leur traitement et leur contrôle seraient partout le même, mais nous avons déjà expliqué les différents modes d'infection qui existent dans les diverses formes de carie et qui exigent différents modes de traitement.

LE TRAITEMENT DE LA CARIE.

Est-il bon de traiter tout le blé avant de le semer?—On peut douter qu'il soit possible de trouver dans ce pays du blé qui ait toujours échappé à l'infection, ou qui soit toujours resté à l'état sain. Dans ces conditions il semble que l'on doive faire du traitement contre la carie une opération régulière, aussi régulière que la préparation de la terre pour les semailles. Un fait dont on ne saurait douter, c'est que certains blés souffrent plus que d'autres, mais même lorsque l'infection est limitée, il vaut mieux l'empêcher de se répandre en traitant. D'ailleurs il serait dangereux d'omettre le traitement car il existe un certain nombre de champignons qui produisent une décoloration plus ou moins prononcée du grain. Nous avons donné beaucoup d'attention dernièrement à la cause des décolorations diverses qui se rencontrent souvent sur les grains de blé et qui sont surtout nombreuses après une saison pluvieuse ou lorsque le blé a été cultivé sur des fonds humides. Il y a par exemple les champignons *Fusarium* et *Septoria* qui peuvent détruire la plante ou affecter le rendement ou la qualité du grain et d'autres champignons plus superficiels, ***Cladosporium, Heterosporium, Epicoccum, Hormodendron,*** etc., qui font venir des taches à la surface du grain. On ne comprend pas bien la nature de ces taches mais on croit qu'elles sont souvent la cause de la pourriture du grain une fois semé. Il est raisonnable de croire que le traitement de la semence, recommandé pour la carie, empêcherait également ces autres champignons d'exercer leur effet et c'est pourquoi nous recommandons forte-

ment de traiter le blé et tous les autres grains de semence avant de les semer. Pour fins d'expérience, on peut choisir de petits échantillons de blé raisonnablement propre mais il n'est pas toujours possible de le faire dans les conditions générales de la culture.

Le traitement des maladies charbonneuses dont les spores adhèrent aux semences consiste à détruire ces spores. Il existe deux méthodes principales de traitement, toutes deux ont leurs avantages et leurs désavantages. Mais aujourd'hui que la rareté de la main-d'œuvre est une considération importante, on donne la préférence à celle qui exige le moins de travail. Ces deux méthodes sont le trempage et l'arrosage.

Avant d'expliquer le traitement de la carie, il convient de dire que l'on peut débarrasser le grain des spores de carie qu'il renferme en le lavant parfaitement dans de l'eau courante, pourvu que l'on ait assez d'eau à sa disposition. On place le grain dans des barils et on y introduit l'eau par le dessous. L'eau s'élève bientôt à la surface et déborde. On brasse vigoureusement le grain avec un bâton, les sacs de carie montent à la surface et sont emportées par l'eau. Ce traitement, appliqué à du grain de semence de grande valeur, a donné de très bons résultats.

Depuis plusieurs années on a recours aux solutions chimiques, parce que l'on n'a pas toujours de l'eau à sa disposition, et parce qu'il y a économie de temps. Ces solutions donnent d'excellents résultats. Avant de traiter le blé il faut se rappeler que parfois des sacs de carie non ouverts peuvent se trouver dans le grain, que ces sacs s'ouvriront un jour, souvent au plus mauvais moment, c'est-à-dire après que le traitement a été appliqué et qu'ils réinfecteront le grain. On n'a pas trouvé de solution qui puisse pénétrer dans les sacs de carie pendant la courte période de temps que dure le traitement, aussi les spores qui se trouvent à l'intérieur de ces sacs ne sont pas détruites.

Le tarare enlève très complétement les sacs de carie; aussi pour éviter le danger dont nous venons de parler, le blé qui contient des sacs de carie devrait être envoyé au moulin pour être passé au tarare si l'on n'a pas cet instrument sur la ferme. Cependant si, malgré ces précautions, les sacs de carie se montraient à la surface de la solution quand on traite le grain, il faudrait les enlever promptement. Ils sont beaucoup plus légers que le grain et montent à la surface quand on brasse celui-ci vigoureusement. Nous avons constaté cependant que la durée du traitement appliqué au blé ou aux autres grains est beaucoup trop courte pour donner le temps à tous les sacs de carie de monter à la surface. Même lorsque nous étions bien préparés et que nous travaillions rapidement nous n'avons pas réussi à enlever en moins de 10 à 15 minutes tous les sacs de carie qui montaient à la surface pendant le traitement. Cette longue exposition du grain affecte beaucoup sa faculté germinative.

Les ingrédients chimiques que l'on emploie aujourd'hui universellement dans le traitement de la carie sont le sulfate de cuivre ou couperose bleue et la formaline.

Le sulfate de cuivre ou couperose se vend sous forme de cristaux ou de poudre; les cristaux mettent beaucoup plus de temps à se dissoudre mais ils offrent cet avantage que l'on peut immédiatement s'apercevoir, à la décoloration brunâtre qui se manifeste, s'il y a eu un commencement de décomposition. Les cristaux pulvérisés (ou la poudre de couperose bleue) ont généralement la forme d'un gros sel, d'un vert bleuâtre. La meilleure couperose bleue à employer est celle qui est sous forme de cristaux d'un bleu vif. Le fer se corrode rapidement au contact de la couperose. Il ne faut donc employer que des seaux, des barils ou des réservoirs en bois. Un fait à noter tout particulièrement c'est que le grain traité à la couperose bleue est un poison violent pour le bétail. Il ne doit être employé que pour les semailles et tout le grain traité qui reste doit être profondément enfoui.

La formaline est une solution de formol (gaz de formaldéhyde) dans l'eau; celle que l'on achète ne doit pas avoir un titre de moins de 40 p.c. C'est là le titre habituel. La solution mère devrait toujours être tenue dans un flacon bien bouché. On préfère aujourd'hui la formaline à la couperose, pour deux raisons: il est plus facile

de préparer une solution convenable, et le grain traité au formol ne fait pas de mal au bétail, une fois qu'il est bien sec. Cependant il est assez difficile de se procurer promptement de la formaline dans certaines localités. C'est pourquoi nous faisons mention ici du traitement à la couperose bleue. Ceux qui se proposent d'employer de la formaline feront bien de donner leur commande un peu d'avance à un bon pharmacien afin qu'ils puissent se la procurer quand ils en auront besoin.

L'un ou l'autre de ces ingrédients en solution peuvent être employés pour "le "trempage" ou "l'arrosage".

Trempage dans une solution de sulfate de cuivre.—Procurez-vous un baril en bois de grosseur convenable, faites-y dissoudre cinq livres de couperose bleue (sulfate de cuivre) dans 50 gallons impériaux d'eau. Les cristaux de couperose bleue se dissolvent très lentement. La solution n'est prête à être employée que lorsque cet ingrédient est entièrement dissous. On pourra gagner du temps en attachant les cinq livres de cristaux de couperose bleue dans un sac à tissu ouvert et en suspendant ce sac pendant la nuit dans la quantité nécessaire d'eau. On peut aussi se servir d'eau chaude dans laquelle les cristaux se dissolvent beaucoup plus vite. On fait chauffer la quantité requise de couperose bleue dans de l'eau jusqu'à ce qu'elle soit dissoute puis on la verse dans le baril en retranchant la quantité d'eau qui a été employée pour la faire dissoudre. Lorsque la solution est prête, on remplit deux barils à moitié pleins et l'on fait tremper dans chacun d'eux un sac contenant le blé que l'on veut traiter. La solution doit recouvrir le grain d'environ trois ou quatre pouces. On lève le sac plusieurs fois dans la solution et on le descend pour chasser l'air qui se trouve entre les grains et l'on l'y laisse exactement trois minutes, ni plus ni moins. Au bout de ce temps le grain qui a été uniformément mouillé est enlevé, égoutté, et mis à sécher en couche mince.

Trempage dans la formaline.—Solution requise: une livre de formaline à 40 p.c. dans 40 gallons impériaux d'eau. On procède de la même manière que nous venons de décrire, mais on laisse le grain tremper cinq minutes au lieu de trois, on égoutte et on étale pour faire sécher.

Arrosage à la couperose bleue.—Cette méthode est bien moins pénible que le trempage et tout aussi efficace lorsqu'elle est bien exécutée.

Solution requise: une livre de couperose bleue dissoute dans 10 gallons impériaux d'eau. On empile tout le grain qui doit être traité en un tas, sur un plancher propre, dans la grange, et on arrose avec la solution au moyen d'un arrosoir ordinaire ou d'un balai, alors on retourne ce blé à la pelle aussi rapidement que possible pour en faire un autre tas,—tout comme on mélangerait du ciment—puis on retourne de nouveau jusqu'à ce que tout le grain soit bien mouillé. On peut y rajouter un peu de solution si l'on constate qu'une bonne partie du grain est encore sèche. Il ne faut pas que le grain soit trempé mais qu'il soit mouillé également. Une fois l'opération terminée on étale le grain pour le faire sécher.

Arrosage à la formaline.—Quand on arrose à la formaline, on met une livre de formaline dans 40 gallons d'eau et l'on procède de la manière qui vient d'être décrite pour l'arrosage à la couperose bleue. On laisse le grain en tas pendant deux ou trois heures en le recouvrant de sacs puis on l'étale pour le faire sécher. (*Note.*—40 gallons de solution suffisent pour arroser environ 40 boisseaux de grain.)

PRÉCAUTIONS GÉNÉRALES.

Le blé qui contient beaucoup de spores de carie demande à être manipulé avec précaution. Les spores flottent dans l'air comme de la poussière et se déposent un peu partout. Par conséquent, les sacs, les outils et tous les instruments dont on s'est servi peuvent être contaminés et propageront sûrement l'infection si on s'en sert pour

le blé qui a été traité. Tant que le blé est encore humide de la solution qu'on lui a appliquée, cette contamination importe peu, mais dès qu'il est sec il se réinfecte très souvent de cette façon; c'est à ce manque de précaution que l'on doit s'en prendre si la carie réapparaît dans la récolte provenant de blé traité. On a tort de mettre en doute l'efficacité du traitement. On peut faire disparaître les spores de carie des machines, des outils et des sacs en lavant les premières et en faisant tremper les autres dans l'une des solutions employées pour le traitement. Il faut balayer le plancher de la grange avant de commencer à traiter le grain, mais jamais après que le grain a été traité. Après chaque traitement séparé, on lave le plancher avec la solution employée. On ne doit jamais, dans aucun cas, renvoyer dans les sacs où il a été apporté le grain qui vient d'être lavé à moins que ces sacs n'aient été trempés dans une solution de couperose bleue ou de formaline et bien séchés.

Les solutions ne perdent pas leur force.—La solution de couperose bleue conserve toujours sa force et peut être employée plusieurs fois de suite. Il n'y aura qu'à ajouter de la nouvelle solution pour refaire la quantité voulue.

La solution de formaline conservée pendant quelque temps augmente de force plutôt qu'elle n'en perd, car l'eau s'évapore plus rapidement que le gaz.

Traitement de grandes quantités de grain—la formaline est préférable.—Dans les provinces de l'Ouest et dans toutes les régions où il faut traiter de grandes quantités de blé à la fois, l'arrosage à la solution de formaline, fait dans la voiture à grain, est le moyen le plus commode. On entasse le grain à un bout de la voiture, on l'arrose, puis on le ramène à la pelle à l'autre bout et ainsi de suite jusqu'à ce que la masse soit humectée. Le grain peut rester dans la voiture toute la nuit, recouvert de sacs, et il est assez sec pour passer par le semoir le lendemain matin.

"*Machines à carie*".—On a inventé des machines spéciales pour faciliter le traitement du grain; il en est qui valent mieux que les autres mais dans toutes on trouve nécessaire de régler les opérations soigneusement, sinon le grain pourrait être traité trop longtemps ou trop peu de temps pour que l'opération donne de bons résultats. Ces machines pourraient être très utiles si les élévateurs à grain voulaient les installer pour traiter le grain que le cultivateur leur apporte. Quoi qu'il en soit elles n'intéressent que ces particuliers qui ont de grandes quantités de grain à traiter à la fois.

La vitalité du grain peut être affaiblie par le traitement.—Un fait dont il importe de se souvenir, c'est que le grain traité, exposé à la gelée tandis qu'il est encore humide, peut souffrir beaucoup dans sa germination. Dans certaines expériences portant sur un grand nombre de variétés de grain de toute sorte, il a été clairement démontré que l'action de la gelée est tout à fait destructive, plus sur certaines variétés que sur d'autres. On a pris du blé qui avait été traité et on l'a exposé à la gelée pendant la nuit—la température descendant à 10 degrés de gelée (22 degrés F.) On a constaté, par des essais de germination, que toutes les variétés avaient perdu un tiers de leur faculté germinative. C'est la variété Huron qui avait la plus haute faculté germinative (62 p.c.) et la Rouge de Turquie la plus faible (19 p.c.) Dans l'avoine, la Thousand Dollar venait en tête avec une faculté germinative de 49 p.c. et la Improved Ligowo au bas de la liste avec 26 p.c. De toutes les céréales c'est l'avoine qui paraît avoir le plus souffert. L'Odessa avait la plus haute faculté germinative (21 p.c.) et la Hannchen ne germait plus du tout. On voit par ces exemples combien il est nécessaire de se protéger contre les gelées. Le grain, une fois sec, ne souffre plus des basses températures.

Le traitement avec les ingrédients chimiques réussit très bien à enrayer la carie mais il exerce un mauvais effet sur le grain. On peut, en prenant des précautions, réduire à un minimum les dommages causés mais l'emploi d'une solution mal préparée, un traitement trop prolongé, causent souvent de grandes pertes.

Disons sous ce rapport que le traitement à la formaline exerce un effet très curieux sur le blé qui est emmagasiné après le traitement. Le docteur C. E. Saunders, céréaliste du Dominion, a eu l'obligeance de me fournir des chiffres sur ce point. Il a constaté que le blé qui germait au début dans la proportion de 75 p.c. ne germait plus du tout à une deuxième épreuve faite une année plus tard. Un échantillon d'avoine qui accusait au début 62 p.c. de germination et un échantillon d'orge qui avait 71 p.c. ne donnaient plus, un an après le traitement, que 2 et 3 p.c. respectivement.

Le docteur Saunders dit encore: "Malheureusement, il ne semble pas que ces échantillons aient été éprouvés immédiatement après le traitement. Nous savons cependant par d'autres expériences avec du formol du même titre (36 onces de formaldéhyde dans 40 gallons d'eau) que la faculté germinative n'aurait pas été réduite immédiatement aux proportions que nous avons constatées une année après le traitement. Il s'en faut de beaucoup. Le blé m'a fourni le pire exemple que j'aie pu constater: un échantillon qui germait à 83 p.c. a été réduit à 40 p.c. par le traitement au formol du titre employé dans les autres épreuves. Dans d'autres cas la diminution de vitalité a été beaucoup moindre".

M. F. T. Shutt, M.A., chimiste du Dominion, qui mérite beaucoup d'éloges pour la lumière qu'il a jetée sur la question du traitement du grain contre la carie, cite deux échantillons de blé traités dans une solution de 18 onces de formol à 40 gallons d'eau et trempés pendant 5 minutes. La vitalité de ces échantillons après le traitement était de 70 et 86 p.c. Un an plus tard cette vitalité était réduite à 9 et 14 p.c. respectivement. Les observations de ces investigations sont très intéressantes. On sait que la formaline exerce un effet d'autant plus marqué que la vitalité du grain est faible. Dans les cas cités par le docteur Saunders nous sommes portés à attribuer les résultats à ce fait, car on ne saurait considérer qu'une faculté germinative de 75 p.c. pour le blé, de 62 p.c. pour l'avoine et de 71 p.c. pour l'orge, soit élevée.

Le docteur McAlpine, pathologiste du gouvernement de l'Australie, dit que le blé traité avec une livre de formaline dans 40 gallons d'eau perd une partie de sa faculté germinative après quelques jours d'emmagasinage, que cet effet est cumulatif, pendant quelque temps du moins, mais qu'il disparaît graduellement après quatre ou cinq semaines.

Le mauvais effet de la couperose bleue sur la vitalité du grain a été généralement démontré et si le traitement n'a pas été bien effectué de la façon recommandée ou si l'on entretient des doutes à ce sujet, il vaut mieux arroser le grain avec de l'eau de chaux apres l'avoir traité avec de la couperose bleue (une livre de chaux dans dix gallons d'eau passés à travers un coton à fromage). Cet arrosage à l'eau de chaux réduira beaucoup les mauvais effets du traitement.

2. CHARBON DU BLÉ.

(Planche 2, figure d.)

Aspect dans le champ.—Le cultivateur qui observe sait qu'il existe une autre maladie charbonneuse du blé, très différente de la carie. Cette autre sorte d'affection charbonneuse se remarque dans le champ, au moment où les épis se forment; quelques-uns de ces épis sont recouverts d'une poudre noire, semblable à de la suie, qui, une fois mûre, tombe facilement au moindre contact. Plus tard il ne reste plus que l'axe centrale de l'épi et aucun grain n'est produit. C'est le charbon du blé, que l'on distingue facilement de la carie par cette poudre très noire, libre, c'est-à-dire qui n'est pas contenue dans des sacs comme dans la carie ordinaire.

Ce charbon est apparenté au charbon de l'orge, mais il en est distinct au point de vue biologique.—Le charbon du blé est proche parent du charbon de l'orge. Quoiqu'ils soient d'aspect très semblable, les deux champignons qui causent le charbon

Planche 2. Carie et charbon du blé. (a) Un épi sain, la partie inférieure dépouillée de la balle montre les grains sains en place. (b) Aspect "étalé" caractéristique de l'épi de blé infecté de la carie. A noter : quatre sacs de carie indiquant où de bons grains auraient dû se former. (c) Epi partiellement infecté de la carie ; la croix indique un grain de blé parfaitement sain. Tous les grains au-dessous sont plus ou moins complètement caries. (d. d.) Deux épis de blé détruits par le charbon, aucun grain ne s'est formé. Cueillis au moment de la [illegible] Toutes les figures sont légèrement grossies.

dans le blé et l'orge sont aussi distincts l'un de l'autre que les deux plantes sur lesquelles ils poussent. Ce n'est que tout récemment du reste que l'on a constaté que les diverses formes de charbon des céréales sont très différentes les unes des autres. On a démontré ce fait par des inoculations croisées, c'est-à-dire en infectant une plante de blé avec le charbon de l'orge ou une plante d'avoine avec le charbon du blé, et jamais l'on n'a réussi à propager la maladie sur une plante avec des spores prises sur une plante différente. A la suite de cette constatation, on a soigneusement étudié l'évolution des divers champignons et l'on a trouvé bien des faits venant à l'appui de cette expérience.

Quoique très semblables à l'œil nu et assez semblables au microscope, les spores de ces divers champignons produisent des plantes qui diffèrent l'une de l'autre au point de vue biologique tout autant que les fleurs de choux, choux-fleurs, navette, navets ou d'autres plantes crucifères, dont les graines sont cependant si semblables que l'on peut à peine les distinguer, sauf par quelque aspect microscopique.

L'étude des phases du charbon du blé nous révèle clairement la nature de cette maladie.

PHASES DU CHARBON DU BLÉ.

Le charbon du blé est causé par un champignon qui porte le nom scientifique de *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. Si nous récoltons un champ dans lequel nous avons remarqué un certain nombre d'épis charbonneux (planche 2, figure d), nous serons surpris de ne trouver aucun signe de la maladie, en dehors de l'axe central desséché, auparavant recouvert d'une couche épaisse de spores, sous forme de poudre; c'est même un fait que la plupart des spores de charbon ont disparu. La disparition de ces spores est un fait regrettable parce qu'il est de nature à causer de l'indifférence. Où ces spores sont-elles allées? La réponse est très simple. Le vent en secouant le grain en fait tomber les spores dont il était recouvert. Des millions de spores produites sur chaque épi sont ainsi transportées par le vent et se déposent sur les plantes voisines, sur le sol, partout où il y a le moindre degré d'humidité qui peut les retenir.

Les spores sont mûres avant que le blé soit en fleurs.—Si nous étudions soigneusement cette question, nous remarquons que les spores du charbon sont produites avant que les épis normaux et sains fleurissent, ou juste au moment où la fleur se forme. Dès que la période de floraison est passée, la première récolte de spores se disperse. Mais une plante de blé infectée peut produire une deuxième et même une troisième récolte d'épis infectés qui produiront des spores mûres en même temps que la plante saine produit sa deuxième et sa troisième récolte d'épis. En outre, dès que la période de floraison de ces épis secondaires est passée, les spores de charbon qui ont été produites ont disparu.

Importance de l'époque de maturation des spores.—Cette dispersion des spores à l'époque de la floraison du blé n'est pas une simple coïncidence. C'est, dans la marche des charbons du blé ou de l'orge, un fait de très haute importance.

Les investigateurs qui, pendant bien des années, ont cherché à communiquer le charbon au blé en infectant la jeune plante avec des spores,—infection qui se produit si promptement dans la carie,—ont constamment échoué. Ce fait semble indiquer qu'il faut chercher ailleurs la solution de cette question. Naturellement, on croyait d'abord que les spores du charbon adhèreraient au grain de blé et germeraient avec la semence, ou que les spores présentes en grand nombre dans le sol conserveraient leur faculté germinative pendant l'hiver jusqu'à l'époque des semailles du nouveau blé. On se basait, pour cette opinion, sur le fait que les spores de la carie poussent très facilement dans des cultures artificielles même des années après la moisson, mais les spores du charbon ont toujours refusé de germer, et, comme nous avons déjà vu, elles ne conservent leur vitalité que pendant quelques mois.

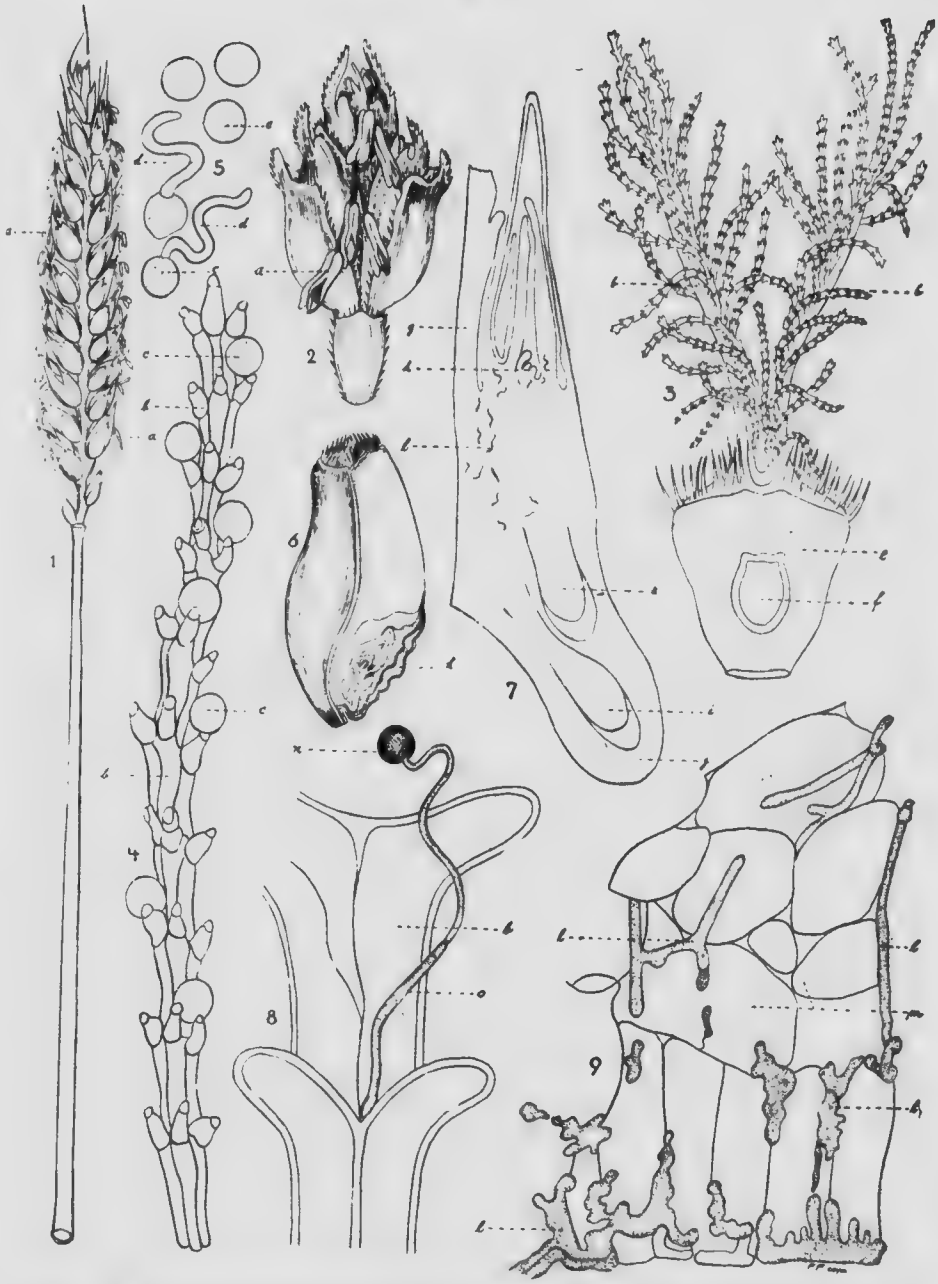


Planche 3. Fig. 1 5 fleur du blé ; fig. 6--9, infection de la fleur et position du germe du charbon dans le grain Fig. 1. Un épi de blé en fleur ; (a) anthères (grosseur naturelle). 2. Epillet d'un épi de blé ; (a) anthères. 3. Organes femelles de la fleur (b) le style plumeux ; (e) ovaire ; (f) ovule. 4. Partie du style (b) couverte de grains de pollen (c). 5. Grains de pollen (c) montrant le tube de germination (d). 6. Section du grain de blé montrant la jeune plante (h). 7. La jeune plante séparée du grain de blé, très grossie. (g) Le "scutellum" ou disque à travers lequel la jeune plante tire sa nourriture du corps du grain, (h) le point de croissance, (i) la racine primaire, (j) sa gaine, (k) racine secondaire, (l) lignes noires indiquant la position du mycelium du charbon dans le grain. 8. Partie du style (b) montrant une spore du charbon (n) introduisant le tube du mycelium (o) dans les tissus. 9. Préparation microscopique montrant les masses de mycelium de champignon dans les tissus du grain (m). (fig. 1 6 extraites de "The life of the wheat plant". Fig. 7 d'après Hecke. Fig. 8 et 9 d'après Lang.)

L'infection de la fleur se produit.—C'est alors que les recherches indépendantes de Brefeld et Hecke en 1903 et 1904 ont clairement démontré que les charbons se propageaient uniquement par l'infection de la fleur; ces recherches confirmaient les résultats des expériences faites par Frank Maddox en Tasmanie, en 1895, et après, savoir: "que le charbon apparaît toujours, l'année suivante, lorsque l'on met des germes de cette maladie sur l'ovaire à peu près vers le moment où le pollen est mûr". Ainsi se trouve expliqué le rapport mystérieux qui existe entre la production des spores mûres de charbon juste au moment de la production de la fleur dans le blé.

L'inflorescence de la plante du blé.—Pour bien comprendre les chapitres qui vont suivre au sujet de la marche de ce charbon, étudions ici brièvement la fleur du blé (v. planche 3, fig. 1-5). Vers la fin de juin ou au commencement de juillet, dans beaucoup de régions du Canada, le jeune épi du blé porte un grand nombre d'appendices fins, jaunâtres, émergeant de la partie supérieure des balles qui, plus tard, entourent le grain mûr (planche 3, fig. 1). Ce sont les étamines de la fleur de blé, avec leur grosses anthères renfermant le pollen ou poussière fécondante mâle (planche 3, fig. 5, c. d.) En enlevant adroitement la glume extérieure, on découvre les autres parties de la fleur qui se composent de deux écailles minces, frangées, et du pistil à deux styles plumeux (planche 3, fig. 3; b, e, f.) Lorsque le pollen est mûr dans les anthères, celles-ci s'ouvrent, les grains de pollen (pl. 3, fig. 5) jetés au dehors sont attrapés par les styles plumeux qui les retiennent, (pl. 3, fig. 4). Là ils se mettent bientôt à germer et envoient par le style, dans l'intérieur de la fleur, les tubes de pollen qui finissent par atteindre l'ovaire où ils fécondent l'ovule.

Germination des spores de charbon.—C'est pendant cette période que les spores mûres du charbon se produisent et se dispersent. La spore du charbon de blé est beaucoup plus petite que celle de la carie (pl. 1, fig. b). De même, en la faisant germer dans un milieu convenable, on constate que son développement diffère beaucoup de celui des autres spores, à l'exception de celles du charbon de l'orge. Nous ne trouvons pas de spores secondaires mais seulement des tubes germinatifs, à quelque degré que la culture artificielle soit poussée (pl. 8, fig. c; 1-3) Ce mode de germination est conforme à son mode de reproduction. Dans des bouillons de cultures, la spore du charbon du blé meurt promptement tandis que celle de la carie vit indéfiniment. Cette observation confirme ce que nous avons déjà dit au sujet de la courte durée de cette spore, semblable à celle du grain du pollen.

Analogie entre les spores de charbon et les grains de pollen.—Les grains de pollen qui tombent à terre ou ailleurs au lieu de tomber sur le style succombent bientôt car ils n'ont pas d'autres fonctions que celle de féconder la fleur. De même, les spores de carie succombent très rapidement lorsqu'elles ne viennent pas en contact avec le style de la fleur du blé. Ayant réussi à atteindre cet endroit nécessaire à leur propagation, elles germent d'une façon qui ressemble assez, sans y être absolument identique, au mode de germination du grain de pollen: elles émettent un tube germinatif d'abord à travers le fin chevelu du style plumeux (pl. 3, fig. 8) puis à travers le style lui-même et finalement dans l'ovule où son progrès est arrêté pour le moment. Sa germination ne se fait qu'au moyen de ces tubes, qu'elle envoie dans la semence en formation, infectant directement le jeune grain. Point n'est besoin de spores secondaires; point n'est besoin non plus d'une longue existence sous forme de spores car le champignon est bien protégé dans le grain. Mais la spore ne peut perpétuer son espèce que si elle vient en contact avec la fleur de blé. Si la période de floraison du blé est passée, la spore meurt.

Le champignon du charbon vit dans le grain.—Pendant le développement du grain, le champignon du charbon qui s'y trouve se développe peu, mais il reste en vie, tout en étant aussi dormant que la graine elle-même. Hecke a le premier démontré

la présence du filament ou du mycelium du champignon dans les tissus de la jeune plante. Plus tard, en 1910, William Lang a fourni des preuves concluantes de la présence du germe dans le grain (pl. 3, fig. 9). Chaque grain infecté donne naissance à une plante de blé infectée, les épis de cette plante contiennent une nouvelle récolte de spores et ainsi la maladie se perpétue.

Ni la formaline ni la couperose bleue ne peuvent avoir raison du charbon.—On voit par cette description du charbon que cette maladie ne peut être maîtrisée de la même façon que la carie. Bien qu'il y ait des centaines de milliers de spores à la surface des plantes de blé ou dans le sol, nous savons que ces spores sont mortes ou du moins qu'elles ne peuvent perpétuer l'infection. Nous savons également que le germe de la maladie est caché dans l'embryon du grain et qu'il ne révèle sa présence par aucun symptôme extérieur. Mais c'est chose très difficile que de constater la présence du germe dans l'embryon. Quoi qu'il en soit, la maladie est là, elle se manifeste inévitablement dans la [illegible]te qui vient de cette semence.

Enlever toutes les pla[illegible]ectées.—Il serait bien inutile d'arracher les épis malades au fur et à mesure qu'ils apparaissent car chaque nouvelle tige produit des épis charbonneux. Le seul remède est de détruire toute la plante dès que la maladie est constatée. On comprend également que le traitement du charbon ne peut être le même que celui de la carie.

On a des doutes sur l'efficacité du traitement.—Brefeld prétend qu'il est impossible de détruire le champignon du charbon sans détruire la faculté germinative du blé lui-même, puisque le germe du charbon se trouve dans le grain. Cette opinion est partagée par un grand nombre d'investigateurs.

Découverte du traitement à l'eau chaude.—Cependant, après que l'attention d'un grand nombre d'investigateurs se fût portée sur cette question, l'un d'entre eux, M. J. L. Jensen, du Danemark, découvrit, en 1887, que l'eau chaude à une certaine température détruit les spores du charbon et notamment de ces charbons propagés par les spores qui adhèrent à la surface du grain, sans endommager de façon sensible la germination du grain lui-même. On s'est d'abord servi de cette méthode contre la carie du blé, le charbon de l'avoine et d'autres de la même sorte. Plus tard, après l'avoir améliorée on a constaté qu'elle permettait de détruire le germe du charbon que le grain renferme dans ses tissus. Dans l'état actuel de nos connaissances, cette méthode est la seule qui permette de maîtriser le charbon.

Remarques préliminaires sur le traitement à l'eau chaude.—Le traitement à l'eau chaude consiste tout simplement à plonger le grain de semence infecté, pendant environ dix minutes, dans de l'eau tenue pendant ce temps à une température constante, qui ne descende pas au-dessous de 122° F. et qui ne s'élève pas à plus de 126°.

La germination est affaiblie.—On prétend et il a été prouvé par des expériences que le bon grain sain perd de 6 à 10 p.c. de sa faculté germinative par ce traitement tandis que le grain d'une germination plus faible en perd beaucoup plus. Mais même s'il doit y avoir une perte moyenne de 8 p.c. dans la germination on peut aisément obvier à cet inconvénient en augmentant de 8 p.c. la quantité de grain à semer. Il faut ajouter à 1½ boisseaux, la quantité habituelle par acre, un peu plus de 7 livres, ce qui augmenterait les frais de 7 à 8 cents, tandis qu'une perte de 5 p.c. des épis attaqués par le charbon dans le champ représenterait une perte de $1.25 par acre.

Travaux coopératifs sur le traitement à l'eau chaude.—Il existe au Danemark des installations spéciales pour le traitement du grain contre le charbon. Ces installations, établies au cours des dernières dix années, ont été faites principalement dans

les beurreries et les brasseries; les cultivateurs de la localité y amènent leur grain pour le faire traiter à l'eau chaude. On peut y traiter en dix heures jusqu'à 250 boisseaux (une quantité suffisante pour une grande ferme). Ces dispositions permettent de traiter de façon pratique de grandes quantités de blé mais il ne nous semble pas qu'elles puissent être appliquées au Canada, surtout dans l'Ouest, où le problème de la main-d'œuvre et même le problème de l'eau offriront de très grandes objections pendant encore quelques années au moins.

Cependant nous recommandons fortement aux cultivateurs de ne pas se montrer négligents sous ce rapport et d'adhérer strictement aux recommandations que nous venons de faire et qui leur permettront à la longue de faire disparaître le charbon. Commencez graduellement, persévérez dans vos efforts et vous souffrirez très peu du charbon. Dans une conversation à ce sujet, le docteur C. E. Saunders disait, il y a quelques années, que le charbon était autrefois un facteur dont il fallait tenir compte dans les parcelles expérimentales d'Ottawa, mais qu'il ne se montre plus maintenant qu'en proportion négligeable et il espère qu'il disparaîtra complètement. Ce résultat est dû largement aux efforts infatigables que s'est imposés le docteur Saunders et aux précautions qu'il a prises contre cette maladie.

Production du grain de semence sur la ferme, par l'emploi de semence pure.—On n'arrivera à résoudre ce problème qu'en produisant soi-même son grain de semence; il faudrait commencer avec du grain propre ou du grain qui a été traité à l'eau chaude, on évitera ainsi les difficultés que présente le traitement à l'eau chaude et l'on réussira à maîtriser complètement le charbon.

Moyen d'obtenir du grain exempt de charbon.—La première année le cultivateur pourrait se procurer, disons, trois-quarts de boisseau du meilleur blé de la variété qui a le mieux réussi dans sa localité. Il serait facile de soumettre cette petite quantité au traitement à l'eau chaude de la façon que nous allons décrire. Elle suffirait pour ensemencer ½ acre. Il importe que cette parcelle d'un demi-acre soit aussi loin que possible des autres champs de blé afin d'empêcher que les spores venant du champ infecté soient transportées par le vent. D'après les observations données dans un autre chapitre il semble que cette parcelle de grain de semence, pour éviter tout risque, doit être à 500 verges de tout autre champ de blé. Dans certaines régions il peut être difficile ou même impossible d'obtenir cet éloignement. Comme alternative, nous proposons que l'on entoure la parcelle d'une ceinture-abri d'arbres ou d'arbustes. Dans l'Ouest l'arbre aux pois de Sibérie procurerait un abri très convenable. Ces ceintures feront très bien disparaître le danger de l'infection.

Si le traitement a réussi—et cela dépendra de la précaution avec laquelle il a été fait—le charbon aura entièrement disparu de cette parcelle d'un demi-acre. On fera bien cependant d'examiner soigneusement la parcelle avant la floraison et d'enlever tout le blé, plantes, racines, etc., qui auront un soupçon de charbon. Cet enlèvement des plantes infectées peut se faire avec succès avant que les spores soient mûres. C'est le meilleur moment pour les enlever, sinon il suffirait de ramasser les épis contenant des spores mûres pour éparpiller partout ces dernières et ce serait le moyen le plus sûr d'infecter du grain en fleurs qui aurait pu échapper à l'infection que de marcher au travers de la parcelle avec un panier d'épis cariés. Voilà un fait qu'il importe de ne pas oublier. Dès que les spores sont mûres, l'infection a fait de grand progrès et on ne fera que l'accentuer encore en enlevant les plantes sans soin. Une bonne méthode est de se procurer des sacs en papier, de serrer ensemble soigneusement les épis d'une plante infectée, de les recouvrir du sac puis de couper en une fois tous les épis. Il faut arracher aussi toute la plante.

Le rendement de cette parcelle de semence ne devrait contenir aucun épi charbonneux. Dans des conditions ordinaires, elle produirait 10 à 15 boisseaux soit une quantité suffisante pour ensemencer de six ou dix acres l'année suivante, dont la récolte fournira à son tour du grain de semence pour une superficie considérable.

Il est tout aussi facile de traiter cinq boisseaux de blé que trois quarts de boisseau, et lorsque le traitement a déjà été essayé et a donné de bons résultats, le cultivateur pourra tout aussi bien commencer avec cinq boisseaux de grain traité.

On maintiendra cette parcelle de semence d'année en année; on sera amplement dédommagé, par l'amélioration dans la qualité de la semence, de tout le supplément de travail qu'elle exigera, surtout si l'on choisit avec soin le blé qui doit servir à ensemencer la première parcelle.

Le grain trempé dans l'eau chaude est débarrassé de toutes les sortes de charbons. Il convient d'attirer l'attention sur ce fait que l'eau chaude détruit les spores de toutes les sortes de maladies charbonneuses; il n'est donc pas besoin de traitement séparé pour un charbon ou pour l'autre. Nous ne considérons pas qu'il soit nécessaire de traiter à l'eau chaude le grain de semence qui provient de la parcelle de semence ou même celui qui est produit dans des conditions ordinaires de culture, à moins, bien entendu, que le charbon ne soit revenu, dans ce cas il faudrait avoir encore recours à l'eau chaude. Mais nous recommandons de traiter le blé à la couperose bleue ou à la formaline pour la carie si ce blé n'a pas été traité à l'eau chaude.

Un fait dont il importe de se souvenir c'est que la carie peut être introduite par une batteuse qui a servi à battre du blé infecté de cette maladie.

Le traitement à l'eau chaude contre le charbon.—Nous avons déjà dit que les spores de carie ont une très grande puissance de résistance à la gelée, c'est un fait bien connu que les organes de repos ou les organes inactifs, c'est-à-dire certaines parties de la plante comme les semences, tubercules, spores de champignons, sont bien moins susceptibles aux influences extérieures que la plante en cours de développement, ce qui explique pourquoi les spores en germination meurent lorsqu'elles sont exposées à la gelée.

Raisons du succès du traitement à l'eau chaude.—Le Dr Appel de l'Institut biologique impérial des forêts et d'agriculture de Berlin, Allemagne, qui a beaucoup enrichi nos connaissances sur ce sujet, fait remarquer que les spores du charbon, germent dans un milieu artificiel en quatre heures d'exposition à une température de 77 degrés F. Il en conclut que l'on pourrait provoquer, en quatre heures, l'activité du mycelium qui se trouve dans le grain de blé en plongeant dans l'eau à cette température les grains infectés. En d'autres termes, le champignon pourrait sortir de son état d'inertie avant que le grain de blé lui-même ait commencé de germer, car le blé ne peut germer en quatre heures. Il était donc raisonnable de croire que l'action de l'eau à une température plus élevée détruirait le germe de la maladie qui se trouverait alors dans un état plus vulnérable, sans trop affaiblir la faculté germinative du grain. Nous avons déjà remarqué que cette faculté germinative est plus ou moins affaiblie mais néanmoins de façon assez négligeable. Mais nous avons prouvé également qu'il est très facile de contrôler le charbon par ces moyens, et c'est à présent la seule méthode connue.

Grâce aux études plus complètes et notamment à celles d'Appel qui a démontré que le trempage du grain, précédant le traitement à l'eau chaude est réellement avantageux, la méthode de Jensen a été bien modifiée. Nous avons expliqué les principes scientifiques de ce traitement et nous citerons maintenant des chiffres intéressants donnés par le Dr Appel* qui fait éloquemment ressortir les résultats.

Il fallait d'abord démontrer si une immersion précédente, suivie du traitement, réduirait le charbon et quelle température serait la plus avantageuse. On fit tremper du blé pendant quatre heures, soit le temps qu'il fallait aux spores pour germer à 77 degrés F. On employa diverses températures; le blé fut ensuite traité à l'eau chaude de la manière habituelle et les résultats suivants furent obtenus:—

*Otto Appel, Theorie und Praxis der Bekampfung, etc., Ber. D. Bot. Ges., vol 27, Heft 10, 1909.

Température de l'eau à l'immersion préliminaire..	34°F.	48°F.	64°F.	6°F.
Pourcentage de charbon, dans la parcelle cultivée..	4·6 p.c.,	3·1 p.c.,	1·1 p.c.,	0 p.c.

Pourcentage de charbon dans la parcelle témoin non traitée: 4.9 p.c.

Le Dr Appel a fait également des recherches sur le temps que doit durer le traitement préliminaire afin de donner les meilleurs résultats. Une partie du même blé qui avait déjà servi à la première expérience fut employée dans ce but.

Durée du traitement préliminaire.....	2 heures.	4 heures.	6 heures.
Pourcentage de charbon dans la parcelle cultivée	2·7 p.c	1·1 p.c.	0 p.c.

Dans cette expérience la température de l'eau était de 64 degrés F.

La conclusion à tirer de ces expériences, qui ont été répétées à maintes reprises, est la suivante:—

"Une méthode sûre, permettant de maîtriser le charbon du blé et de l'orge, a été découverte. Cette méthode consiste à faire tremper le grain de quatre ou six heures dans de l'eau, à une température de 68° à 86° F., puis de le traiter à l'eau chaude à une température qui ne s'abaisse pas au-dessous de 122° F. et qui ne s'élève pas au-dessus de 129° F.

La question suivante à considérer est la durée du traitement "principal", c'est-à-dire de l'exposition à l'eau chaude. Ceci dépend, jusqu'à un certain point, des moyens dont on dispose pour maintenir la température voulue mais la règle générale est de dix minutes, à une température uniforme de 124°-125° F.

Nous avons essayé d'expliquer par ce qui précède la raison de ces diverses manipulations, convaincus que l'on ne peut arriver à maîtriser un ennemi quelconque des plantes si l'on n'en connaît parfaitement la nature ou les métamorphoses.

Le cultivateur verra de suite que ce traitement présente de grands inconvénients au point de vue pratique, mais il ne faut pas oublier que c'est le seul dont nous disposions à l'heure actuelle pour combattre le charbon. Après tout, les difficultés ne sont qu'apparentes; elles peuvent être surmontées en grande partie par une bonne organisation, et, appliqué, avec les soins voulus, ce traitement donne de très bons résultats. Nous allons maintenant décrire son application.

SIMPLE METHODE DE TRAITEMENT A L'EAU CHAUDE.

(a) TRAITEMENT PRÉLIMINAIRE (TREMPAGE).

Appareils nécessaires.—1. Un thermomètre exact; le thermomètre de chambre ou de bain ne convient pas du tout dans ce but, mais un bon thermomètre de laiterie fera l'affaire.

2. Un grand baril en bois ou toute sorte de cuve en métal, ou un grand bassin.

3. Un bon nombre de bons sacs à grain, solides, mais à tissu assez ouvert pour que l'eau puisse passer rapidement à travers.

4. Un poêle, une bouilloire ou un foyer quelconque pour chauffer l'eau.

Façon de procéder.—1. Faire chauffer l'eau dans la bouilloire presque jusqu'au point d'ébullition, la verser dans le baril ou la cuve (avant d'aller plus loin remplir d'abord de nouveau la bouilloire avec de l'eau) et ajouter lentement de l'eau froide, en brassant énergiquement, jusqu'à ce que la température soit exactement à 86° F. Pour obtenir la temperature exacte, il faut absolument que l'eau soit bien brassée. Lire la température sans sortir le thermomètre de l'eau. Le bulbe de mercure doit toujours rester submergé quand on fait la lecture du thermomètre.

2. Remplir les sacs aux trois-quarts avec le grain qui doit être traité et les attacher sans serrer. Plonger les sacs ainsi remplis dans le baril qui contient de l'eau à 86° F., lever et descendre les sacs plusieurs fois afin d'en faire sortir l'air rapidement. Avoir soin que l'eau recouvre le grain d'au moins plusieurs pouces. Laisser le grain dans l'eau pendant quatre heures.

NOTE.—L'eau se refroidira lorsque l'on introduira le grain; si sa température baissait trop vite, c'est-à-dire si elle descendait au-dessous de 68° F. laissez-y le grain pendant cinq heures au lieu de quatre.

Autant que possible, traiter le grain dans une chambre chauffée pour empêcher que l'eau ne se refroidisse trop vite. En mettant le baril ou la cuve dans une grande caisse en bois, entourée de ripes, de foin ou de paille bien tassés, et en la recouvrant, on pourra maintenir la température assez constante pendant quatre heures une fois que le grain aura pris la température de l'eau. Un baril ordinaire suffira pour traiter un boisseau de grain ou un peu plus. Employer deux ou trois barils ou un baril plus gros s'il y a une plus grande quantité de grain à traiter. Plus le baril est gros et plus le volume d'eau est considérable, plus il sera facile de tenir la température constante.

(*b*) TRAITEMENT PRINCIPAL À L'EAU CHAUDE.

Accessoires nécessaires.—Deux grands barils ou cuves qui peuvent chacun contenir de deux à trois sacs de grain. Un arrosoir avec pomme d'arrosoir.

Façon de procéder.—Verser dans le premier baril une quantité d'eau presque bouillante et ajouter lentement de l'eau froide jusqu'à ce que la température soit exactement de 112° F. (Remplir la bouilloire immédiatement car il faudra encore de l'eau chaude dans peu de temps). Puis, sortir le grain du baril où il trempait et le placer dans celui-ci. Lever et baisser les sacs à plusieurs reprises et laisser séjourner dans l'eau de quinze à vingt minutes. Pendant ce temps, préparer l'autre baril; y mettre de l'eau chaude aussi près que possible du point d'ébullition. Ajouter lentement de l'eau froide jusqu'à ce que la température soit exactement de 129° F. puis sortir les sacs du deuxième baril (celui qui contient de l'eau à 112° F.) et les mettre dans le baril qui contient de l'eau à 129° F. Cette eau se refroidira un peu; si sa température tombait au-dessous de 122° F. remplir l'arrosoir d'eau chaude et en verser dans le baril, mais jamais directement sur le grain ou sur les sacs qui renferment ce grain. Cependant, lorsque les sacs sont bien recouverts d'au moins quatre ou cinq pouces d'eau il n'y a aucun risque à ajouter l'eau chaude. Pour opérer un mélange parfait, lever et rabaisser les sacs à plusieurs reprises ou les tourner dans le baril. Il faut que le grain reste exactement dix minutes dans ce dernier baril et pendant ce temps la température devra se maintenir de 124° à 127° F. Elle ne devra jamais tomber au-dessous de 122° F. ni s'élever au-dessus de 129° F. Trop froide, elle ne détruira pas le charbon; trop chaude, elle abîmera le grain.

(*c*) SÉCHAGE DU GRAIN TRAITÉ.

De toutes les difficultés de ce traitement à l'eau chaude, la plus grande paraît être dans le séchage du grain traité. Quand on sort les sacs il faut les laisser égoutter parfaitement. S'il fait soleil on peut étaler le grain en une couche mince, en plein air, et en le remuant à la pelle ou en l'agitant avec un râteau de bois on pourra le faire sécher assez vite pour qu'il soit possible de le semer quelques heures après. Ne pas oublier ce qui a été dit dans le chapitre sur la carie au sujet des soins à prendre pour empêcher la réinfection toujours possible du grain. Lorsqu'il gèle ou lorsque le temps est couvert ou pluvieux il faut étaler le grain en une couche mince sur le plancher sec et propre de la grange. Une précaution très importante est de remuer le grain à la pelle constamment pour faciliter le contact de l'air, ce qui le fera sécher beaucoup plus vite. En outre le grain qu'on laisse sans y toucher est exposé à moisir ce qui détruit sa germination. Parfois, et surtout par un temps couvert, il

est bon de faire refroidir le grain en plongeant les sacs une minute ou deux dans l'eau froide et en les agitant de haut en bas à plusieurs reprises avant d'étendre le grain pour le faire sécher. Ce procédé a été trouvé avantageux surtout lorsque l'on opère sur de l'orge. Il n'en résulte aucun mal pourvu que l'on sème le grain avant qu'il soit absolument sec. Au laboratoire nous avons constaté que le grain qui a germé et que l'on laisse bien sécher se remet complètement quand on le sème sans délai et il pousse tout aussi bien que le grain non traité.

AUTRES REMARQUES.

Méthode coopérative danoise pour le traitement à l'eau chaude.—Au Danemark, où le traitement à l'eau chaude est peut-être plus appliqué que partout ailleurs, une entente a été faite avec les brasseries et les beurreries qui ont de la vapeur et de l'eau constamment à leur disposition. Les cultivateurs apportent leur grain à ces établissements pour le faire traiter, mais ils l'enlèvent à l'état humide pour le faire sécher chez eux.

Machines spéciales employées en Allemagne.- Sur le continent européen, et notamment en Allemagne, on emploie quelques machines pour le traitement du grain à l'eau chaude. Quelques-unes de ces machines donnent d'excellents résultats. Le docteur Appel, par exemple, a inventé une machine de ce genre qui paraît supérieure à toutes les autres au point de vue de l'efficacité et de la simplicité. Il peut se faire que ces machines deviennent un jour nécessaires au Canada et tous ceux qui désireraient avoir des renseignements plus détaillés sur le traitement coopératif du grain au Danemark ou sur l'appareil du Dr Appel pourront les avoir en s'adressant à l'auteur de ce bulletin. Il serait inutile de donner ici ces renseignements.

Dans certains cas, au lieu de traiter à l'eau chaude le grain qui vient d'être trempé on emploie de l'air chaud à la même température. Les résultats obtenus sont tout aussi bons et le système peut avoir des avantages en diminuant la durée du temps employé pour le séchage. Mais en somme il est plus compliqué et exige l'emploi d'appareils fabriqués spécialement dans ce but.

Nous nous sommes très bien trouvés du traitement à l'eau chaude. Le traitement par lui-même n'est pas très difficile. La seule difficulté que nous ayions constatée est dans le séchage du grain. On peut épargner un peu de temps en mélangeant le grain mouillé avec une certaine quantité de poussière de chemin ou de sciure de bois parfaitement sèche et de le semer ainsi. Quand on a recours à ce procédé il faut ajuster le semoir soigneusement afin de s'assurer que l'on sème une quantité suffisante de grain à l'acre.

CHARBONS DE L'ORGE.

(Planche 4.)

L'orge est sujette à deux formes de charbon.—On a longtemps cru que l'orge n'était affectée que par une sorte de charbon. Les anciens auteurs qui entretenaient cette opinion appelaient le charbon *Ustilago nuda.* Mais lorsque l'on eût constaté que le traitement appliqué à l'orge dans le but de maîtriser le champignon produisait des résultats contradictoires– faisant, dans certains cas, disparaître la maladie, et l'augmentant plutôt dans d'autres, en dépit du soin donné à l'opération—on crut d'abord que le traitement avait, après tout, ses limitations et que sa valeur était restreinte en ce qui concerne l'orge. Mais, plus tard, lorsque l'on put, grâce aux connaissances plus complètes sur le mode d'infection de la fleur, faire une étude plus intelligente de la question, on constata que l'orge était sujette à deux formes distinctes de charbon, l'une un charbon couvert, *Ustilago Hordei* (Pers) Kellerm & Swindle, et l'autre un charbon découvert ou "nu", *Ustilago nuda* (Jens) Kellerm & Swingle. Cette découverte fournit de suite l'explication des échecs rencontrés dans certains cas, par exemple, lorsque l'on opérait sur le charbon nu, qui, naturellement, se propageait encore plus dans la récolte parce que le traitement employé n'avait aucune valeur.

Planche 4. Les charbons de l'orge. (a) Diverses phases du charbon de l'orge, (b) épi d'orge infecté de charbon couvert.

3. LE CHARBON COUVERT DE L'ORGE (*Ustilago Hordei.*)

(Planche 4, figure b.)

Apparence dans le champ.—C'est lorsque le grain est coupé que l'on peut le plus facilement reconnaître la présence de ce charbon. Dans le grain sur pied, l'observateur inexpérimenté peut facilement le confondre avec l'*Ustilago nuda*, auquel il ressemble parfois beaucoup. En examinant attentivement les épis, on s'aperçoit que ceux affectés de ce champignon sont beaucoup plus petits que les épis sains. Ils ont à peu près le même aspect que ces derniers. Mais, en y regardant bien, on constate qu'il n'y a pas de grains dans l'épi, à leur place se trouvent des masses de spores, encore recouvertes d'une membrane ou d'une peau fine et blanchâtre qui se rompt aisément au toucher. Il n'y a aucune ressemblance entre ce charbon et la carie du blé, car les grains de l'orge ne sont pas libres et entourés de leur balle; c'est plutôt toute l'inflorescence qui semble affectée.

Les spores se dispersent au battage.—De même que dans le cas de la carie du blé, les spores du charbon de l'orge se dispersent généralement à l'époque du battage. Elles contaminent alors les grains d'orge avec lesquels elles finissent par s'introduire dans le sol.

Germination des spores.—Par l'aspect (pl. 8, fig. 8) mais surtout par la germination ces spores diffèrent de celles des charbons "nus" et de la carie, du reste cette dernière maladie appartient à un groupe différent. Nous avons déjà parlé sommairement du mode de germination des spores de la carie et du charbon du blé. Dans le premier (*Tilletia*) nous avons remarqué la "couronne" de spores secondaires ou conidies; dans le dernier, nous avons vu qu'il n'y a pas de conidies mais qu'il se forme des tubes d'infection. Dans le charbon couvert de l'orge nous trouvons un autre mode de germination. Les spores sont un peu plus grosses que celles du charbon du blé, parfaitement lisses et d'un brun olive. Placées dans des solutions nutritives, ces spores germent facilement, produisant un tube germinatif court et épais, divisé par le septa en quatre cellules. A ces cellules se produisent ou se segmentent un certain nombre de conidies secondaires qui se propagent, même lorsqu'elles sont détachées, tout comme la levure de bière. On peut tenir ces cultures en vie pendant longtemps, et pendant ce temps les conidies se forment en grand nombre. Mais en s'épuisant les spores secondaires produisent des filaments au moyen desquels le champignon pénètre dans les tissus de la plante en vie. Lorsqu'elles sont semées avec l'orge, les spores qui produisent le charbon couvert finissent par attaquer le grain en germination, de la même manière que les spores de la carie attaquent le blé. Nous nous trouvons ainsi en présence d'un autre cas d'infection des jeunes plantes. Il faudra donc avoir recours aux mêmes moyens dont on se sert pour les champignons qui infectent les jeunes plantes.

Traitement.—Le traitement à la formaline que l'on recommande pour la carie est très utile également pour ce charbon. Nous ne conseillons pas le traitement à la couperose bleue qui affaiblit la faculté germinative de l'orge beaucoup plus que celle du blé.

4. CHARBON NU DE L'ORGE (*Ustilago nuda.*)

(Planche 4, fig. a.)

Le charbon nu de l'orge est très proche parent du charbon du blé. Si l'on prend en considération ses symptômes généraux et sa marche, on pourrait croire qu'il est identique à l'espèce trouvée dans le blé. Et cependant ces deux champignons sont

différents au point de vue biologique. En effet, le charbon du blé ne peut infecter l'orge, pas plus, du reste que le charbon de l'orge ne peut infecter le blé; ceci nous prouve qu'ils appartiennent à des espèces différentes.

De même que dans le charbon du blé, ce charbon détruit complètement le grain; les spores paraissent sous forme de poudre à l'époque de la floraison de l'orge. Dans les premières phases, l'épi affecté peut paraître atteint de charbon couvert à cause de la fine membrane qui l'enveloppe parfois, mais il est très rare que cette membrane soit encore intacte à l'époque de la moisson; à cette époque il ne reste plus que l'axe vide du blé, et, dans les orges barbues, les barbes courbées et tordues.

La marche est la même que pour le charbon du blé. Il n'y a pas de spores secondaires, mais des tubes d'infection plus ou moins branchus dont la largeur varie quelque peu. Les spores de ce champignon (pl. 8, fig. 7), bien qu'elles soient à peu près de la même grosseur que celles du charbon du blé, paraissent brunâtres sur la moitié de leur grosseur au microscope, tandis que l'autre partie est beaucoup plus pâle et toute la surface est finement tachetée. Les différences démontrables sont très légères.

Le charbon nu de l'orge ne produit que l'infection de la fleur. Le germe de la maladie est porté dans le grain de l'orge. Pour ce qui est de l'extirpation, le traitement recommandé pour le charbon du blé est efficace, savoir: la culture de grain sélectionné en petite parcelle précédée par le traitement à l'eau chaude.

CHARBONS DE L'AVOINE.

(Planche 5.)

Les charbons de l'avoine causent de grandes pertes.—Règle générale le charbon est beaucoup plus répandu dans l'avoine que dans le blé ou l'orge. Il serait inexcusable de lui laisser faire de nouveaux progrès. On pourrait, jusqu'à un certain point, excuser la présence des charbons du blé et de l'orge à cause de la difficulté que présente leur extirpation, mais le charbon de l'avoine s'enraye si facilement que sa présence peut être considérée comme une preuve de négligence de la part du cultivateur. Il suffit en effet de bien traiter le grain avant de semer.

Deux charbons.—Au Canada on observe parfois deux différents champignons qui produisent le charbon de l'avoine, savoir: L'*Ustilago avenæ* (Pers) Jens, appelé charbon "découvert", ou mieux, charbon "nu" pour le distinguer des vrais charbons "découverts" du blé et de l'orge et le charbon couvert dû à un champignon proche parent, *Ustilago levis* (Kellerm & Swingle) Magnus. Le premier est de beaucoup le plus répandu. D'après leur cycle évolutif et leur parenté au point de vue biologique nous voyons que l'on peut combattre ces deux espèces de charbon de la même façon que la carie du blé et le charbon couvert de l'orge.

5. CHARBON NU DE L'AVOINE (*Ustilago avenæ*).

(Planche 5, fig. b).

Aspect dans le champ.—Ce charbon détruit les épis de l'avoine; il paraît sous forme d'une poudre presque noire sur les plantes en cours de développement. Les épis difformes, rabougris, qui se forment en certains cas constituent la première indication de sa présence. L'épi normal s'étale largement et porte son grain d'une façon gracieuse. L'épi malade ne s'ouvre pas, les glumes qui renferment la poudre de spores se tiennent droites et resserrées près de l'axe central. Si la panicule de l'avoine s'étale, c'est parce que le poids du grain, en train de mûrir, augmente. Dans certains cas le champignon peut pousser sur la plus haute feuille de l'avoine, entourant l'épi. Nous avons remarqué dernièrement un cas où de longues lignes noires s'étaient formées dans le tissu des feuilles. Ces lignes, qui s'ouvraient plus tard, contenaient des masses de spores. Cet aspect rappelle à l'investigateur le charbon de la feuille du seigle (*Urocystis occulta*).

Planche 5. Les charbons de l'avoine. (a) Charbon couvert de l'avoine ; à noter l'aspect plus naturel de l'épi par comparaison avec (b) qui montre le charbon nu de l'avoine.

Dispersion des spores avant la moisson.—Les spores mûres se dispersent à l'époque de la floraison, ou en tous cas avant celle de la moisson. Ces spores sont extrêmement légères. Elles flottent au gré des vents (planche 8, fig. 2) et se posent sur les glumes ouvertes de l'avoine en fleurs où elles sont retenues entre la balle et l'amande lorsque celle-ci augmente de grosseur. La quantité de spores produites dépend du degré d'infection d'un champ d'avoine. Un champ très infecté prend une couleur beaucoup plus foncée à cause de la présence du grand nombre d'épis charbonneux. Lorsqu'il en est ainsi, le grain que l'on récolte est fortement infecté de spores de charbon, et, dans le charbon de l'avoine, il est clair que la batteuse est un des facteurs qui contribuent le plus à répandre la maladie. On ne devrait jamais permettre que l'on se serve d'une batteuse pour n'importe quel grain—avoine, orge ou blé,—à moins qu'elle n'ait été nettoyée avec le plus grand soin avant d'avoir servi.

Le développement du charbon de l'avoine dépend de certaines conditions.—Quand on sème de l'avoine charbonneuse sans la traiter, le développement de la maladie dépend des conditions climatériques qui règnent à l'époque des semis. La température maximum à laquelle germent les spores du charbon de l'avoine est relativement élevée. Aussi, lorsque une température chaude suit l'époque des semis, il peut en résulter une infection considérable, tandis que s'il fait froid cette infection peut être beaucoup plus légère.

Germination des spores (planche 8, fig. D; 1-3).—Les spores du charbon nu de l'avoine ont à peu près la même grosseur que les spores du charbon ouvert du blé et de l'orge. Elles se ressemblent dans tous les détails microscopiques par exemple elles sont très finement pointillées sur toute la surface. Toutefois le développement biologique est semblable à celui du charbon couvert de l'orge (*Ustilago hordei*). En germant, les spores produisent un promycelium cloisonné qui, à son tour, donne naissance à un nombre plus ou moins grand de conidies hyalines secondaires lesquelles, dans des conditions favorables, se reproduisent indéfiniment, tout comme la levure. Plus tard ces conidies émettent un tube germinatif qui infecte la jeune plante de l'avoine (pl. 8, fig. D, 3). Les spores vivent longtemps. On en a vu qui conservaient leur germination plus de sept ans. On peut conclure de ces observations que le seul moyen d'enrayer ce charbon est de détruire immédiatement les spores.

Mode d'enrayement. La formaline est préférable.—Le traitement à la couperose bleue ne donne pas de bons résultats car l'avoine est protégée par sa balle et on ne pourrait détruire les spores avec cet ingrédient sans abîmer beaucoup le grain. La formaline au contraire possède une action pénétrante suffisante et son application maîtrise fort bien ce charbon. Le traitement est le même que celui décrit pour la carie du blé.

6. CHARBON COUVERT DE L'AVOINE (*Ustilago levis*).

(Planche 5, fig. a.)

Distinguons avec soin les caractéristiques principales des charbons.—Pour adopter de bonnes méthodes de traitement il faut, tout d'abord, connaître parfaitement la biologie du champignon du charbon.

Pour le cultivateur, il suffit de reconnaître les différentes sortes de charbon qui exigent différents modes de traitement. Pour l'orge, par exemple, il importe de distinguer entre le charbon nu (*Ustilago nuda*) et le charbon couvert (*Ustilago hordei*). Sinon on pourrait faire l'erreur d'employer le traitement à la formaline ou à la couperose bleue dans le traitement du charbon nu, et nous savons que cette maladie ne peut être enrayée par aucun de ces procédés.

Les deux charbons de l'avoine se ressemblent beaucoup.—Ces deux charbons de l'avoine se développent à peu près de la même façon. Tous deux cèdent au traitement de la formaline, l'un aussi bien que l'autre et il importe peu qu'ils soient tous deux

présents dans la récolte. Mais le jeune étudiant agricole qui s'occupe de l'étude des charbons devrait se familiariser parfaitement avec leurs modes respectifs de développement afin de connaître la raison de l'emploi de certaines méthodes pour un charbon et d'autres méthodes pour un autre charbon. C'est certainement un fait curieux que la plante de l'avoine soit sujette aux attaques de deux charbons différents d'aspect, et si semblables de développement, et cependant distincts l'un de l'autre au point de vue microscopique. Le charbon couvert de l'avoine est proche parent de celui de l'orge mais il a été démontré que ces deux charbons ne poussent que sur leurs hôtes respectifs.

Les spores du charbon couvert de l'avoine se dispersent au battage.—Il est rare que les spores de ce charbon se répandent avant la moisson; elles se dispersent au battage, c'est alors qu'elles infectent le grain sain.

Différences entre le charbon couvert et le charbon nu.—Après que l'avoine est coupée dans le champ, le charbon couvert se reconnaît principalement par les masses de spores translucides occupant la place du grain mûr et visibles à travers une mince membrane blanchâtre dans les épis, tout à fait normaux sous d'autres rapports. Les spores examinées au microscope sont parfaitement lisses, non pointillées comme celles du charbon nu de l'avoine (pl. 8, fig. 9). Elles germent cependant de la même façon que celles-ci, et leur mode d'infection est semblable également. Toutes les différences entre ces deux espèces se résument en ceci: Dans un cas les spores sont lisses et dans l'autre elles sont rudes. L'une produit un épi anormal, qui répand ses spores avant la moisson, et l'autre produit un épi normal qui disperse ses spores au battage.

Contrôle à la formaline.—On les combat de la même façon. On emploie généralement le traitement à la formaline déjà décrit à l'article de la carie.

7. CHARBON DU MAÏS.

(Planche 6).

Le charbon du maïs ne se borne pas aux fleurs.—Dans les charbons et les caries des céréales que nous venons de décrire, les ravages du champignon se bornent presque exclusivement à l'épi ou à l'inflorescence de la plante en végétation. Le champignon qui produit le charbon du maïs a des symptômes très différents de ceux que nous venons d'étudier. On s'aperçoit très facilement de la présence du charbon dans le maïs à cause des "tumeurs" caractéristiques qui atteignent souvent un développement énorme et que l'on trouve facilement sur presque toutes les parties de la plante lorsque la récolte est attaquée.

Il importe de découvrir les premières indications.—Il faut veiller avec soin pour découvrir les premiers signes du charbon du maïs; on enlève immédiatement les plantes ou les parties affectées avant que les spores se soient produites. Ce n'est que de cette façon que l'on empêchera ces spores de se répandre à d'autres plantes dans le champ.

Les tumeurs peuvent apparaître sur toutes les parties de la plante.—Les premiers symptômes du charbon du maïs peuvent se rencontrer sur toutes les parties jeunes et tendres de la plante: la plante en végétation, les aisselles des feuilles lorsqu'elles sont attachées à la tige, la nervure médiane des jeunes feuilles, les fleurs mâles ou femelles sont les points habituels d'attaque. A la première phase du développement de la maladie les feuilles affectées ont une teinte jaune pâle et sont couvertes de boursouflures ou tumeurs plus ou moins grosses, semblables à des vessies. Au début ces tumeurs renferment les masses du mycelium du charbon du maïs (*Ustilago Zeae* (Beckm.) Unger.,) qui, en quelques jours, forme des spores abondantes. Vers l'époque de la

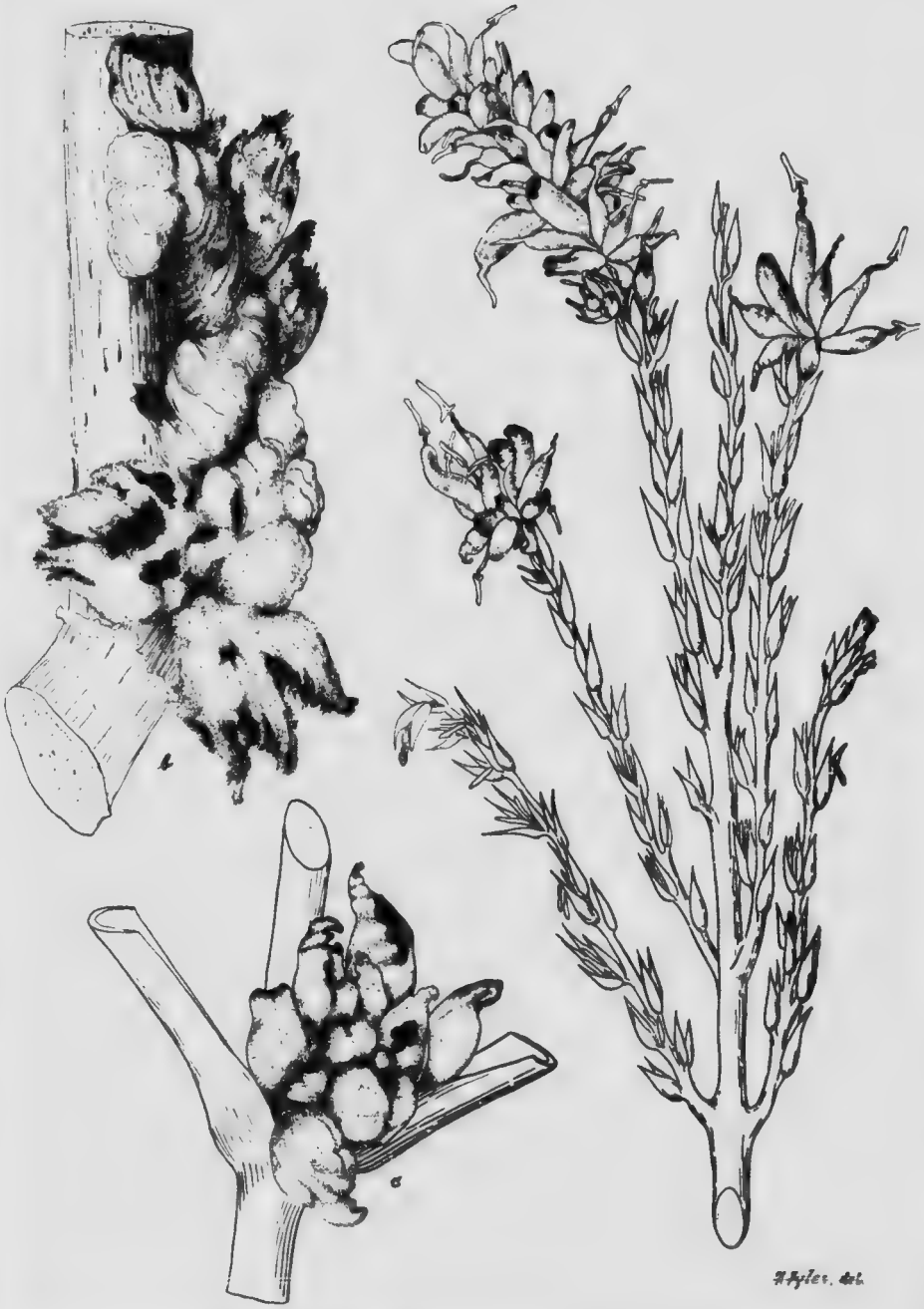


Planche 6. Charbon du maïs. (a) Inflorescence mâle partiellement infectée. (b) Une grosse tumeur sur la tige principale. (c) Inflorescence femelle ou "épi" détruite par le charbon.

production des spores, la couleur des tissus affectés devient assez variable. On observe souvent une couleur d'un rouge écarlate foncé, qui se change plus tard en un blanc argenté. A cette époque, les spores ne sont pas encore mûres; elles sont contenues dans ces tumeurs de forme irrégulière, recouvertes d'une épaisse membrane, semblable à du parchemin, mais beaucoup plus souple. A mesure que la maladie fait des progrès, cette membrane s'amincit de plus en plus et finit par s'ouvrir; des myriades de spores, sous forme d'une poudre presque noire, apparaissent alors à l'extérieur. Lorsque les "épis" sont attaqués, des déformations considérables se produisent sous forme de boursouflures rondes, plus ou moins grosses, variant en dimension de la grosseur d'un pois à celle d'une noix. Ces boursouflures donnent au toucher la sensation d'une vessie, et tôt ou tard deviennent semblables à des poches qui renferment la poudre de spores; plus tard encore la masse fait éclater la membrane qui la recouvre et l'on voit les spores de l'extérieur.

La spore du charbon du maïs (pl. 8, fig. 5). -La spore de ce charbon a environ deux fois la grosseur de la spore du charbon du blé ou de l'orge; sa surface est fine, épineuse et le contenu est souvent granuleux. Elle se développe de la même façon que la spore du charbon couvert; elle produit en germant des conidies secondaires mais elle est très différente des spores des autres champignons décrits ici; elle en diffère surtout dans le mode d'infection des nouvelles plantes.

Nouveau mode d'infection.—Nous savons qu'en dehors de l'infection de la fleur, qui se produit dans les vrais charbons du blé et de l'orge, il y a, dans le cas du charbon nu de l'avoine et du charbon couvert de l'avoine et de l'orge, l'infection des jeunes plantes. Bien qu'il soit facile de retracer le progrès du charbon dans le maïs, les investigateurs ont été très intrigués de constater que les spores n'infectent pas directement la jeune plante. Semées avec la graine de maïs les spores n'ont presque jamais produit cette infection de la jeune plante qui a lieu si promptement dans le cas des spores de charbon couvert semées avec l'avoine ou l'orge, ou même dans le cas de la carie du blé. On a découvert plus tard que l'infection se produit presque entièrement au-dessus du sol.

Importance des découvertes de Brefeld.—Les recherches étendues et minutieuses de Brefeld ont jeté une nouvelle lumière sur ce sujet. Les cultivateurs de tous les pays ont une dette de reconnaissance envers ce savant; ses recherches minutieuses et les découvertes qu'il a faites, surtout en ce qui concerne la biologie du champignon du charbon, et qui ont facilité l'adoption des méthodes efficaces de traitement qui se pratiquent actuellement sur tout l'univers, ont épargné d'immenses pertes à un grand nombre de pays. Jamais, croyons-nous, les méthodes de germination et de culture de Brefeld pour les champignons microscopiques n'ont été surpassées. Il a réussi à faire germer les spores du charbon du maïs dans des solutions nutritives. Les recherches de Brefeld dans la biologie de ce champignon ont été répétées avec succès dans nos expériences.

Germination des spores du charbon du maïs (pl. 8, fig. E; 1-4).—En germant, la spore du charbon du maïs produit un promycelium court et épais qui se divise au sommet en quatre sections et à chaque section il se produit un certain nombre de conidies secondaires grêles; cette germination rappelle celle des spores du charbon couvert. Plus tard, ces spores se détachent. Le promycelium lui-même se sépare et forme des groupes plus ou moins forts de spores, semblables à de la levure, qui se propagent abondamment. Dans des cultures artificielles, elles se développent avec tant de vigueur et de rapidité que des branches sporifères sortent bientôt dans l'air où elles se ramifient et produisent de longues chaînes de spores (pl. 8, fig. E; 4). Ces spores sont beaucoup plus petites que celles produites dans le milieu artificiel.

Les spores ne causent pas une infection directe—il faut des conidies aériennes.—Les essais d'infection où l'on s'est servi des spores noires ordinaires ont généralement échoué mais les spores contenues dans une solution nutritive se sont rapidement mises à germer. En peu de temps les conidies produites formaient à la surface de la culture une pellicule grisâtre et plus tard des conidies aériennes se produisaient. Dès que cette phase s'était produite et que l'on transférait les conidies au moyen d'un vaporisateur à la plante en végétation, une infection se produisait dans les douze jours, pourvu que la plante fût jeune et tendre; une plante jeune est toujours beaucoup plus susceptible qu'une plante plus développée, où les taches vulnérables deviennent de plus en plus rares et espacées si bien que la plante finit par devenir tout à fait résistante. D'après ces observations, nous pouvons conclure que l'inspection du maïs se fait par les conidies aériennes.

La température affecte le charbon.—La température joue un certain rôle dans l'infection du maïs. En temps sec, il est très rare que le charbon du maïs soit très visible, mais quelques jours après une pluie les premières tumeurs apparaissent. Il faut de l'humidité, non seulement pour ranimer les spores de charbon qui se trouvent dans la terre mais aussi pour provoquer une pousse rapide du maïs, surtout après une longue période de sécheresse, pousse qui résulte dans la production de bien des parties tendres, sensibles, qui se prêtent à l'infection.

Leçons tirées de l'évolution de ce champignon.—Les observations faites sur la marche du charbon du maïs nous enseignent plusieurs leçons importantes. On voit que l'infection se produit presque à tout moment sur toute partie de la plante en développement et pendant toute la saison. Pour cete raison il importe d'enlever les tumeurs en formation, de préférence avant que les spores se soient formées.

Enlever les plantes ou les parties charbonneuses.—Lorsque l'on enlève les plantes recouvertes de la poudre noire de spores, il ne faut pas les transporter dans le champ mais rassembler les parties infectées dans des sacs en papier et les détruire par le feu.

Dangers qu'il y a à jeter des plantes infectées de charbon sur un tas de fumier.—Il n'est guère probable qu'un cultivateur soit assez négligent pour jeter des parties infectées sur le tas de fumier; ceci équivaudrait à introduire des spores dans un milieu de culture, tout comme nous faisons au laboratoire. L'humidité du tas de fumier est une des conditions les plus favorables au développement des spores. Les spores secondaires continuent à pousser toute l'année, même l'hiver, la chaleur dégagée par le fumier empêchant la gelée. Ce fumier, une fois répandu sur le sol, surtout au printemps, transmet l'infection au maïs. Voilà un fait dont il importe de se souvenir dans la lutte contre le charbon du maïs.

Importance des assolements.—L'assolement ou la rotation de cultures est un autre facteur important dans la prévention du charbon du maïs. Les spores qui résultent d'une récolte infectée peuvent rester sur le sol en hiver, germer de bonne heure au printemps et propager l'infection au maïs que l'on pourrait planter la deuxième année.

Choisir le grain de semence sur des plantes saines.—Il faut avoir soin également de prendre le maïs de semence dans un champ qui n'est pas atteint du charbon. Il est vrai que l'infection ne se fait pas par les jeunes plantes, mais les spores qui adhèrent au grain de maïs peuvent arriver à la surface du sol où elles germent, et produire des conidies aériennes. Nous savons que ces conidies sont nécessaires pour partir ou pour répandre une attaque.

Le traitement de la semence est inutile.—On ne recommande pas généralement de traiter le maïs de semence, parce que le charbon se propage principalement au-

dessus du sol. Toutefois Brefeld a démontré par des expériences que l'infection peut se produire au-dessous de la surface du sol. Sur 500 plants de semis qui avaient été infectés artificiellement 20 ont succombé par suite du développement d'une tumeur plus ou moins grosse, juste au dessus du collet de la racine. Dans ces cas, les séries supérieures de racines adventices étaient atteintes également.

8. CHARBON DU MAÏS À BALAI.

(Planche 7, fig. a, 1).

Le maïs à balai, cette plante qui donne les longues pailles droites et flexibles employées dans la fabrication des balais ou des brosses, d'usage commun sur le continent américain, n'est encore que peu cultivé au Canada. En ces deux dernières années des essais de culture de ce maïs ont été entrepris à la ferme expérimentale centrale et sur quelques-unes des fermes annexes. La première année, on a constaté que certaines variétés contenaient de 30 à 40 p.c. d'épis charbonneux.

Le charbon nuit à la qualité de la paille.—Lorsque l'on cultive le maïs à balai pour la graine, le charbon nuit naturellement à la production. De même, lorsqu'on le cultive pour la fabrication des balais, on désire avoir des pailles longues, droites et minces; l'axe central épais qui se produit parfois gâte la qualité de la paille. Le charbon du maïs à balai nuit donc à la production de bonne paille. La longue tige grêle que l'on désire est remplacée par une tige courte et courbe et l'axe central, peu désirable, est trop développé. [illegible] épis charbonneux sont tout à fait impr[illegible]pres à la production de la graine ou à [illegible]abrication.

Effet sur la production de la graine.—Nos essais sur le charbon du maïs à balai ont démontré l'effet destructeur de cette maladie, qui nuit beaucoup à la production de paille utilisable. Le charbon se bornait aux épis, ou, pour parler plus correctement, aux organes reproducteurs de la fleur qui, normalement, produisent une semence. La production de la semence était entièrement frustrée et les tiges à graines qui forment le produit commercial pour la fabrication des balais étaient tordues, raccourcies et épaissies.

Aspect de la maladie.—Les épis infectés présentent, au lieu de graines, des corps gros, saillants, bruns, (pl. 7, fig. a, 1) qui, lorsqu'on les ouvre avec les doigts, laissent sortir une poussière semblable à celle de la carie du blé mais sans l'odeur désagréable de cette dernière.

Le charbon du maïs à balai appartient à un genre distinct.—L'examen microscopique de la poudre révèle un grand nombre de spores d'un brun olive avec une surface parfaitement lisse et un contenu quelque peu granuleux (pl. 8, fig. 6). En grosseur elles sont à peu près semblables aux spores du charbon de l'avoine. Cette forme de charbon a reçu le nom technique de *Sphacelotheca Sorghi* (Link) Clinton, qui est le troisième genre de champignon de charbon traité dans ce bulletin. Il diffère du premier *Tilletia* principalement par le mode de germination et la forme et la grosseur des spores; il diffère du second genre *Ustilago* en ce qu'il produit ses spores autour d'un axe central, ou columelle, et dans une membrane bien définie et plus persistante, tandis que dans l'*Ustilago* les spores sont entièrement dégagées ou recouvertes d'une membrane très mince et périssable.

Germination des spores.—En germant, les spores du charbon du maïs à balai se comportent de la même façon que les spores du charbon de l'orge ou de l'avoine. Elles produisent le court morceau de promycelium portant des conidies latérales ou terminales qui se rattachent de façon très visible au mycelium. Dans l'eau ces fila-

Planche 7. (a) Charbon du maïs à balai (1) sacs de carie (2) parties normales de l'épi contenant du grain sain ; (3) grain sain du maïs à balai. (b) Un épi de millet charbonneux.

ments de mycelium se fusionnent généralement. Les conidies secondaires se multiplient à la façon de la levure dans la solution nutritive. Après avoir épuisé la solution, elles produisent des tubes grêles d'infection.

Infection des jeunes plantes.—Lorsque l'on sème des spores avec les graines du maïs à balai, les jeunes plantes sont affectées directement par les tubes germinatifs sortant des spores secondaires. Sous ce rapport l'infection du charbon du maïs est identique à celle causée par le champignon du charbon couvert de l'orge et de l'avoine ou du charbon nu de l'avoine.

Traitement.—Nous avons constaté par nos expériences que le traitement à la formaline et surtout l'immersion suivie de l'enlèvement des sacs flottants de charbon permet de contrôler la maladie. Il a réduit le pourcentage très élevé de l'année précédente à moins de 1 p.c. de la récolte complète.

9. Charbon du Millet.

(Pl. 7, fig. b).

On apprécie de plus en plus le millet comme culture dérobée. Sans doute il est loin de rendre autant que le maïs mais, sous certaines conditions, le millet est à recommander, par exemple lorsqu'il est trop tard pour semer du maïs. Sa valeur nutritive est presque égale à celle du maïs.

Le millet, de même que la plupart des autres plantes qui appartiennent à la famille des graminées, est exposé aux charbons. La maladie la plus répandue dans ce pays est celle causée par le champignon *Ustilago Crameri* Körnicke.

Aspect dans le champ.—Ce charbon ressemble un peu à la carie du blé ou au charbon couvert de l'avoine, et lorsqu'il pousse dans le champ il est très visible à cause de l'aspect noir des épis infectés. Les spores se dispersent dans le champ où elles infectent les graines de plantes voisines, comme par exemple dans le charbon nu de l'avoine où elles peuvent rester enveloppées d'une membrane qui forme des "sacs de carie", semblables à ceux de la carie du blé mais beaucoup plus petits.

Aspect des spores et mode de germination.—(Pl. 8, fig. 3.) Les spores sont presque brun rougeâtre, les unes sont ovales, les autres rondes ou encore portent des coches irrégulières là où elles sont venues en contact avec d'autres spores qui se trouvaient dans le réceptacle. Elles sont plus ou moins lisses mais leur contenu paraît granuleux. Elles ont presque la même grosseur que les spores du charbon du maïs et germent de la même façon que ces dernières ou comme les autres charbons couverts déjà décrits.

Les jeunes plantes sont infectées.—L'infection se fait de la même façon que dans ces dernières espèces. Lorsqu'elles sont semées avec les graines de millet, les spores germent et infectent les jeunes plantes de millet. Pour cette raison, il faut donc avoir recours à un traitement qui détruise les spores adhérentes à la surface de la graine ou présentes dans les sacs de [illegible] non ouverts. Le traitement à la formaline décrit à l'article de la carie a donné de très bons résultats, mais il faut avoir soin d'enlever les sacs de charbon et de faire sécher la graine rapidement car elle germe très vite lorsqu'elle est humide. Les graines germées doivent être enlevées de suite; il ne faut pas les laisser sécher.

Employer de la semence à bonne faculté germinative.—Dans certaines expériences il est arrivé que la graine traitée à la formaline n'a pas levé dans le champ et on a constaté que cette graine était vieille et de faible vitalité. Le traitement n'affecte pas la graine fraîche. Il est important de se rappeler ce fait car les millets trouvés dans le commerce ont généralement une faible vitalité.

RESUME.

1. Les maladies charbonneuses des céréales, du maïs, du maïs à balai et du millet, sont causées par des champignons parasites et par des plantes d'une organisation inférieure.

2. Ces maladies réduisent beaucoup la production du grain. En évaluant la perte subie de ce chef à 5 p. c. de la récolte—ce qui est une évaluation modérée—on arrive à une somme de $15,000,000 et plus par an.

3. Les champignons des charbons, quoique assez semblables les uns aux autres dans les symptômes des maladies qu'ils produisent, sont différents au point de vue microscopique et biologique. Par exemple, les champignons qui affectent l'orge et l'avoine n'ont aucun effet sur le blé et *vice versa*.

4. L'étude du mode de développement des divers champignons qui produisent les charbons sert de guide dans l'adoption du traitement.

5. On reconnaît que la plante hospitalière peut être infectée de trois manières, savoir:—

(*a*) *L'infection des jeunes plantes* qui se produit dans la carie du blé, le charbon couvert de l'orge, les charbons couverts et nus de l'avoine, le charbon du maïs à balai et du millet.

(*b*) L'infection de la fleur qui se produit dans le charbon du blé et de l'orge.

(*c*) L'infection d'une partie de la plante, à n'importe quelle phase de sa croissance, qui se produit dans le charbon du maïs.

6. Les charbons se propagent principalement par des spores, les spores sont emportées par le vent, celles qui adhèrent au grain lui-même, le champignon qui se trouve dans le grain, les instruments, les sacs à grain, le fumier, les batteuses non nettoyées sont les principaux agents de leur propagation.

7. Les spores des charbons durent longtemps—de trois à huit ans dans certaines espèces—surtout dans les espèces qui infectent les jeunes plantes; elles sont de plus courte durée dans le charbon nu.

8. Les spores passant par le corps des animaux qui reçoivent des aliments charbonneux ne sont pas entièrement détruites. Il est donc à craindre que les charbons ne soient propagés par le fumier infecté.

9. Les animaux qui recevaient dans leur nourriture de grandes quantités de spores n'ont pas paru en souffrir mais on a remarqué que la nourriture saine leur convenait beaucoup mieux.

10. On a constaté que dans des conditions favorables de température, la terre peut être infectée par les spores de charbon qui reposent sur le sol ou que le vent y apporte, mais ce fait n'a pas une très grande importance.

11. Des traitements satisfaisants ont été proposés; ces traitements varient suivant les caractères biologiques des champignons qui causent les divers charbons.

12. Le traitement recommandé a pour but, soit de tuer les spores qui adhèrent aux plantes, soit de tuer les germes vivants qui se trouvent dans le grain, et, finalement, dans le cas du charbon du maïs, de combattre la maladie dans le champ en détruisant les plantes ou les parties des plantes infectées.

13. Le premier groupe de maladies dans lequel les spores infectent les jeunes plantes peut être combattu par le traitement du grain au formol (formaline) ou à la couperose (sulfate de cuivre) mais ce traitement n'est d'aucune utilité pour les charbons dans lesquels le germe se développe à l'intérieur du grain. Ces charbons ne peuvent être contrôlés que par le traitement à l'eau chaude.

D'autre part, le traitement à l'eau chaude est efficace contre tous les charbons et la carie, à la seule exception du charbon du maïs. C'est le seul moyen que l'on connaisse actuellement pour détruire les charbons nus, mais son application sur une grande échelle n'est pas pratique sans l'emploi de machines spéciales ou de méthodes coopératives. On conseille aux cultivateurs de faire pousser leur propre grain de semence

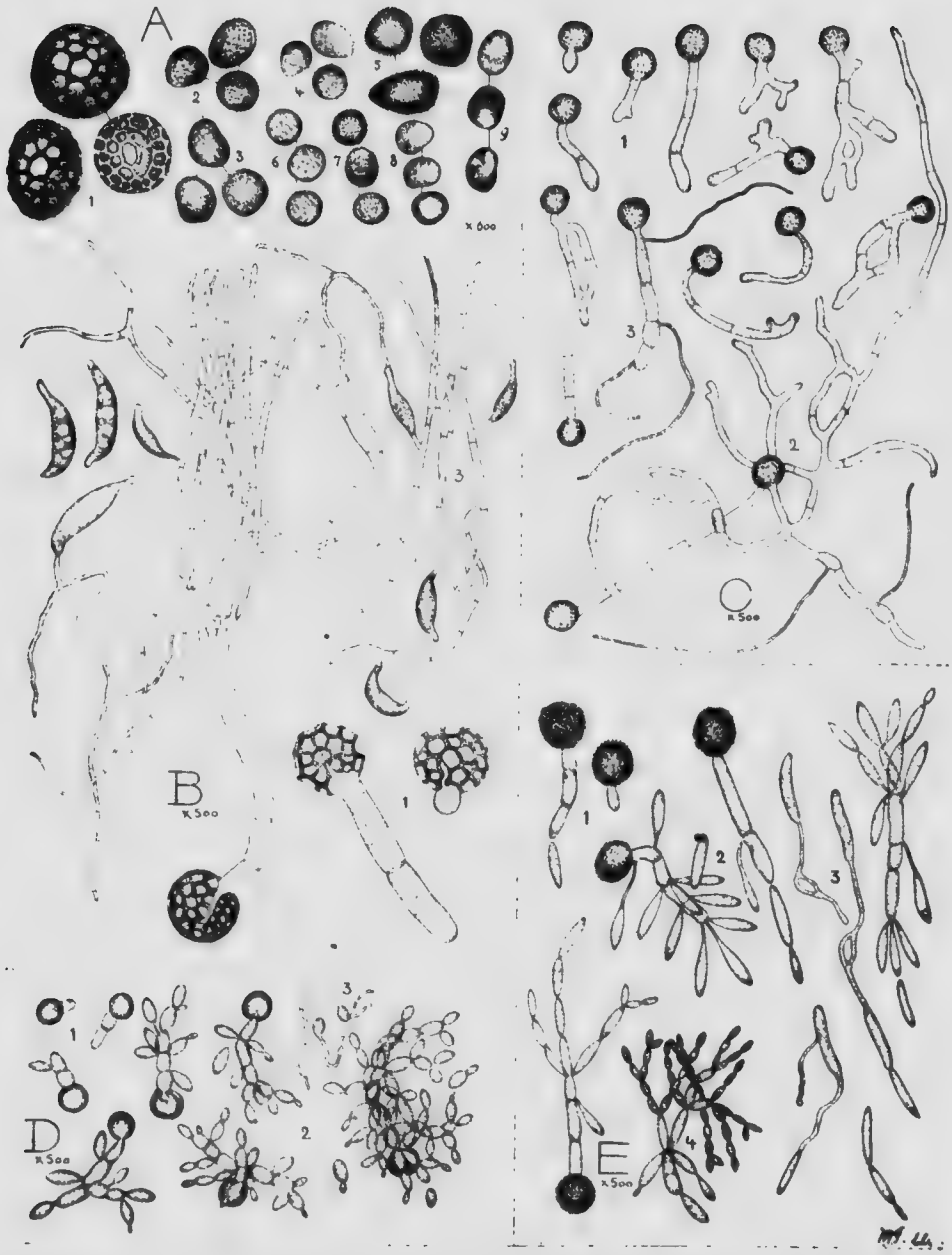


Planche 8. A. 1 -9, trois spores de chaque espèce de charbon étudiée dans ce bulletin, toutes grossies 600 fois (1) carie du blé, (2) charbon nu de l'avoine (3) charbon du millet, (4) charbon du blé, (5) charbon du maïs, (6) charbon du maïs à balai, (7) charbon nu de l'orge, (8) charbon couvert de l'orge. (9) Charbon couvert de l'avoine. B. Germination des spores de la carie. (1) Premières phases montrant l'éclatement de la paroi de la spore et la pousse du promycelium. (2) Le tube épais du promycelium se termine par une couronne de pointes à laquelle se forme une rangée de spores secondaires en forme de croissant dont quelques unes sont en germination. (3) Spores secondaires produisant des spores tertiaires et quatre spores tertiaires grossies, une germant dans le tube d'infection. C. Germination des spores du charbon du blé, (1) phases primitives, (2) une spore observée dans des cultures artificielles pendant 12 jours, (3) le promycelium produit des tubes minces d'infection. D. Spores du charbon nu de l'avoine germant. (1) Premières phases, (2) masses de spores secondaires produites, (3) deux spores secondaires produisant des tubes d'infection. E. Spores du charbon du maïs en germination. (1) premières phases, (2) production des spores secondaires, (3) germination des spores secondaires, (4) production de conidies aériennes venant de conidies secondaires.

pour la récolte principale. L'application du traitement à l'eau chaude sera ainsi limité à une petite quantité de grain.

14. Le traitement au formol (formaline) ou à la couperose bleue peut se faire de deux manières: par trempage ou par arrosage. Dans la plupart des cas le traitement au formol est à préférer. Le traitement à la couperose bleue s'emploie plus ou moins comme substitut; il donne des résultats tout aussi bons, mais est un peu plus difficile à appliquer et on court plus de risques d'endommager le grain.

15. Les solutions doivent être faites et appliquées d'après les formules suivantes: —

Solution de couperose bleue.—Cinq livres de couperose bleue (qualité commerciale) dans cinquante gallons impériaux d'eau. (Note: ne pas employer de récipients en fer ou en étain pour la couperose bleue. Cet ingrédient se dissout lentement dans l'eau. On recommande d'attacher cinq livres de cristaux de couperose bleue dans un petit sac et de les laisser tremper pendant la nuit dans un baril en bois qui renferme 50 gallons d'eau; ils seront dissouts le matin.)

Solution de formol (formaline.)—Une livre de formaline (de titre normal=40 p.c. de formaldéhyde dans 40 gallons impériaux d'eau. Bien mélanger en brassant. (Note: Avant de traiter le grain par l'une ou l'autre de ces méthodes, s'assurer qu'il ne contient pas de sacs non ouverts de carie. Il faut enlever ces sacs au crible.)

TRAITEMENT PAR TREMPAGE.

Remplir les sacs à moitié pleins de grain. Tremper dans une des solutions prescrites ci-dessus, les faire monter et descendre à plusieurs reprises pour expulser l'air qui se trouve entre les grains, puis tenir le grain immergé et bien recouvert par la solution pendant le temps suivant:

Dans la solution de couperose bleue, au moins deux minutes et pas plus de trois; dans la solution de formaline au moins quatre minutes et pas plus de cinq. Enlever les sacs, faire égoutter et mettre à sécher. Ni l'une ni l'autre des solutions ne perd de sa force; on peut s'en servir autant de fois que l'on voudra, tant qu'il y en a assez pour tenir le grain complètement immergé.

TRAITEMENT PAR ARROSAGE.

L'une ou l'autre des solutions décrites peut être employée sans modification. Quarante gallons de solution suffisent pour 40 à 50 boisseaux de grain. On procède de la manière suivante:

Faire un tas de la quantité de grain à traiter sur un plancher propre. Répandre la solution sur le tas avec un balai ou un arrosoir ordinaire. Pelleter le grain de ce tas sur un autre endroit du plancher pour faire un nouveau tas, afin de bien humecter le grain. Eviter de saturer le grain en employant trop de solution. Dans le traitement à la couperose bleue, quand le grain a été bien mélangé, on l'étale en couche mince pour le faire sécher; dans le traitement à la formaline on empile le grain en tas et on le recouvre de sacs pendant trois heures pour retenir les vapeurs de formol que renferme la solution, puis on l'étale pour le faire sécher. Quand on traite de grandes quantités on peut amasser le grain à un bout de la voiture et l'arroser, puis on le retourne à la pelle à l'autre bout de la voiture afin de bien mélanger la solution. Si l'on n'a pas trop employé de solution, le grain sera en état d'être semé le matin suivant.

(Note.—Ni la couperose bleue ni la formaline ne détruisent le germe vivant du champignon dans les charbons nus, car ce germe se trouve dans le grain.)

SÉCHAGE APRÈS LE TRAITEMENT.

Lorsque le grain est mouillé il ne faut pas l'exposer à des températures au-dessous du point de congélation (32 degrés F.) car sa faculté germinative en souffrirait beaucoup. Lorsqu'il fait soleil on étale le grain en couche mince, puis on le retourne à la pelle jusqu'à ce qu'il soit assez sec pour passer par les tubes du semoir. Il faut ajuster le semoir avec soin car le grain humide ne passe pas aussi facilement que le grain sec. Si l'on ne tenait pas compte de ce fait, on serait exposé à faire des semailles trop claires.

Lorsque la température n'est pas favorable, on étale le grain sur le plancher de la grange et on le traite de la même manière qu'à l'extérieur. Faire toujours sécher le grain aussi vite que possible; si on le tenait humide trop longtemps il y aurait à craindre qu'il ne germe

REINFECTION APRÈS LE TRAITEMENT

Eviter la réinfection du grain traité; la poussière des spores se pose partout et peut très bien venir en contact avec le grain traité. Il n'y a aucun danger tant que le grain est humide, mais lorsqu'il est sec, si des spores s'y déposent après le traitement, tout est à recommencer. Il faut étaler le grain pour le faire sécher dans un endroit où l'on n'a pas emmagasiné de grain carié sinon on peut être sûr qu'il sera réinfecté. Employer toujours des sacs neufs pour le grain qui vient d'être traité; si vous n'en avez pas, trempez les vieux sacs dans la solution et faites-les sécher, on peut alors les employer de nouveau.

TRAITEMENT A L'EAU CHAUDE.

(Employé principalement pour les charbons nus du blé et de l'orge. Le grain traité à l'eau chaude n'a pas besoin d'être soumis à d'autres traitements.)

(a) *Traitement préliminaire.*

Mettre une quantité d'eau froide dans un baril ou une cuve et élever la température de cette eau à 86 degrés F. en y ajoutant de l'eau chaude jusqu'à ce que le thermomètre enregistre 86 degrés F. exactement. Se servir d'un bon thermomètre. Remplir les sacs aux trois quarts de grain et ne pas les attacher serré. Plonger le sac qui renferme le grain dans cette eau et le faire monter et descendre plusieurs fois. Laisser le grain tremper pendant quatre heures. Si la température descendait au-dessous de 68 degrés F., laisser tremper pendant cinq heures. Traiter de préférence dans une chambre chauffée afin d'éviter que la température de l'eau ne se refroidisse trop vite.

(b) *Traitement final.*

Amener la température de l'eau dans un deuxième baril à 112 degrés F. Enlever les sacs de grain du premier baril et les mettre dans le deuxième. Faire tremper pendant quinze à vingt minutes. Dans l'intervalle, amener la température de l'eau dans un troisième baril à 129 degrés F. Après un séjour de 15 à 20 minutes dans le deuxième baril, transférer le grain rapidement dans le troisième baril. On y laisse le grain pendant dix autres minutes. Ne laissez jamais le grain séjourner dans un baril plus longtemps ou moins longtemps que le temps indiqué. Ne soyez pas non plus négligent sur la température; il faut tenir exactement à la température indiquée ou le traitement ne réussira pas. Si la température dans le troisième baril tombait au-dessous de 122 degrés F. après que le grain y a été plongé il faudra l'élever en ajoutant soigneusement de l'eau chaude avec un arrosoir. Ne versez jamais l'eau chaude directement sur le grain. Plus le volume d'eau est considérable, plus il sera

facile de maintenir la température. Après les dix minutes dans le troisième baril, enlever le grain, le faire égoutter et l'étaler pour le faire sécher.

TRAITEMENT POUR LE CHARBON DU MAÏS.

Aucun traitement n'a d'effet sur la semence. Epiez les premiers symptômes du charbon, enlevez toute la plante ou coupez-là au-dessous de la partie infectée avec un couteau tranchant, faites brûler les matériaux ainsi rassemblées. Ne permettez pas aux spores de se développer dans la tumeur qui se produit. Plus on se hâtera de détruire cette tumeur mieux on réussira à empêcher l'infection de se propager. Les tiges du blé d'Inde infecté ne doivent pas être jetées sur le tas de fumier car les spores restent actives dans le fumier même pendant l'hiver, et propagent la maladie lorsqu'elles sont transportées sur le sol avec le fumier.

III.

APPENDICE.

METHODE A SUIVRE POUR ETUDIER LA GERMINATION DES SPORES DE CHARBON DANS LES CULTURES ARTIFICIELLES.

(*a*) RASSEMBLEMENT DES MATÉRIAUX.

Les spores de certaines espèces de charbons durent peu de temps, d'autres au contraire conservent leur vitalité pendant un certain nombre d'années, mais, bien entendu, leur faculté germinative et leur vigueur déclinent graduellement avec l'âge.

Les spores des vrais charbons nus, comme ceux du blé, et de l'orge, perdent leur faculté germinative en quelques mois. Si, après quelques mois de conservation, des spores inconnues se refusent à germer, on peut, dans certains cas, considérer ce fait comme une preuve que ces spores infectent la plante par la voie des fleurs. L'absence de conidies secondaires fournit une autre preuve. Les spores de ces champignons doivent être rassemblées pendant une claire journée d'été, quand il n'y a pas d'humidité dans l'air ni sur les plantes. On secoue la poussière de spores pour la faire tomber dans des tubes de verre secs, que l'on bouche avec un bouchon bien ajusté. Comme il arrive parfois que les spores se gâtent ensuite au contact de l'humidité il vaut mieux remplir un certain nombre de très petits tubes, les boucher et les tenir dans un bocal en verre bien bouché. On empêchera ainsi toute la provision de s'abimer. Ces spores doivent être tenues au frais de préférence. Les spores de la carie du blé et de certains charbons couverts ou nus du genre *Ustilago* conservent leur faculté germinative pendant des années, et tant qu'elles sont rassemblées à l'état sec et tenues en cet état il est rare que l'on éprouve des difficultés à les faire germer.

(*b*) PRÉPARATION DES SOLUTIONS NUTRITIVES.

La plupart des spores se mettront à germer dans de l'eau pure mais il est des cas où l'eau seule ne suffit pas, par exemple quand on veut étudier la production des spores secondaires de *Tilletia*. Il en est de même d'un certain nombre d'autres espèces de charbons. Chaque observateur a sa propre méthode, qui réussit plus ou moins bien suivant l'état dans lequel se trouvent les spores. En préparant les matériaux qui devaient servir à illustrer ce bulletin, l'auteur a essayé diverses méthodes, et il a fini par trouver que le bouillon de la plus simple composition donnait invariablement les meilleurs résultats. Nous avons obtenu le bouillon de nos cultures en plaçant une certaine quantité de terre végétale décomposée dans un flacon et en y ajoutant de l'eau distillée jusqu'à ce que le gazon soit recouvert d'environ un pouce d'eau. On brassait fréquemment le contenu et on laissait s'écouler trois heures avant d'en tirer un extrait à froid. Alors on faisait égoutter la terre et l'on filtrait l'extrait jusqu'à ce qu'il ne contienne plus aucune impureté visible en suspension. On stérilisait alors l'extrait dans l'autoclave pendant 25 minutes puis on le filtrait de nouveau à cause d'un léger dépôt qui se forme invariablement (excès de chaux) et on le remettait de nouveau deux jours de suite dans l'autoclave en le laissant 25 minutes chaque fois. Cet extrait se garde indéfiniment. Il est très utile pour les essais de germination de spores de beaucoup d'autres champignons, en dehors des charbons.

(*c*) PRÉPARATION DES CULTURE

On peut se servir de n'importe quelle lame de verre creuse Van Tieghem ou autre. On fait chauffer la lame sur une flamme d'esprit de vin jusqu'à ce que toute l'eau condensée ait disparu, puis on la place, en la retournant, sur un verre propre, dans un armoire chauffée. Nettoyez ensuite de grand verres couvercles en les essuyant

simplement avec un linge propre et en les exposant à la flamme pendant une seconde ou deux (épaisseur No 1, grosseur 22 mm., ronds ou carrés.) Enlevez soigneusement une loupe pleine de l'extrait de sol avec une loupe en platine stérilisée, mettez cet extrait au centre du verre couvercle et recouvrez d'un verre de montre, retourné pour le protéger contre la poussière. Prenez une aiguille à disséquer stérilisée trempez-là dans l'extrait et touchez très doucement la masse de spores dont on désire faire germer des spores séparées. Touchez doucement avec l'aiguille infectée la goutte qui se trouve sur le verre couvercle et celui-ci renfermera assez de spores. Evitez de mettre trop de spores dans la goutte d'extrait sur le verre couvercle. Enlevez la lame de verre creux préparée, enduisez le bord de vaseline, placez une petite goutte d'extrait dans la cavité, retournez le verre couvercle qui porte les spores et pressez-le doucement sur le cercle de vaseline. La lame est alors prête pour examen. L'évaporation de la goutte de bouillon de culture au fond de la lame fournira une quantité suffisante de liquide pendant quelque temps, mais si l'on désirait conserver des cultures pendant plusieurs mois il vaudrait mieux soulever soigneusement le verre couvercle, disons une fois par semaine, appliquer doucement un petit morceau de papier filtre absorbant au bord de la goutte que l'on enlèvera ainsi promptement sans détruire la culture. Remplacez alors la solution par une loupe d'extrait frais et retournez-la sur la lame. Le procédé par lequel on observe la germination d'une spore séparée est très simple. On place les spores dans une quantité d'extrait de sol et l'on mélange jusqu'à ce que toutes les spores soient mouillées et suspendues dans l'eau. On stérilise alors une plume lithographique ordinaire, on trempe cette plume dans l'extrait qui renferme des spores et l'on fait avec elle un certain nombre de petits points (de 6 à 12) au centre d'un verre couvercle propre; il peut arriver qu'il ne se trouve qu'une seule spore dans un nombre suffisant de ces petites gouttes; sinon il faudrait diluer le matériel un peu plus jusqu'à ce que chaque goutte ou un grand nombre d'entre elles ne renferment qu'une seule spore. On place alors le verre couvercle retourné sur la lame, on observe à intervalles réguliers et l'on fait des dessins camera lucida à mesure que la spore germe.

(*d*) PRÉPARATION DE VUES PERMANENTES DE SPORES EN GERMINATION.

Les vues permanentes, illustrant les diverses phases du développement, sont très utiles pour l'enseignement ou pour l'étude. Avec de la pratique on peut obtenir de très belles préparations. On commence, disons, avec une douzaine de cultures à la fois. Lorsque les premiers symptômes de germination apparaissent et que l'on désire les conserver, on procède de la manière suivante:—

Enlevez à cette phase le verre couvercle très doucement, évitez qu'il ne glisse ou la préparation serait abimée. Placez le verre couvercle avec la goutte qu'il contient à l'endroit, et couvrez-le d'un verre de montre retourné, sous le bord duquel on place une allumette ou quelque chose pour soulever un côté et permettre à l'air de passer. En peu de temps le verre couvercle sera tout à fait sec. Ne vous servez pas de chaleur artificielle pour faire sécher. Soulevez le verre de montre et laissez tomber trois à quatre gouttes d'alcool pur sur la culture et laissez s'évaporer. Le matériel se trouve ainsi fixé de façon suffisamment ferme à la surface du verre couvercle. Enlevez ensuite le verre couvercle avec une paire de pinces et trempez-le dans du xylol, balancez doucement de droite à gauche jusqu'à ce que toutes traces de vaseline aient disparu. Enlevez et séchez encore une fois. La préparation est alors mordancée pendant une minute. Employez quatre grammes d'acide tannique qui se dissout à une chaleur douce dans 16 cc. d'eau distillée; ajoutez 10 cc. d'une solution froide saturée de sulfate de fer et 2 cc. de solution froide saturée de fuchsine dans 95 p. c. d'alcool. Cette solution devrait être préparée 24 heures avant que l'on en ait besoin pour que son action soit plus parfaite. On filtre sur la préparation une simple goutte de ce mélange et on le laisse agir pendant une minute. On enlève et on rince le verre couvercle doucement dans de l'eau distillée pour enlever le mélange superflu.

Avant que la préparation soit tout à fait sèche, on la colore de 30 à 60 secondes, suivant la nuance désirée, avec une solution saturée de fuchsine dans 95 p.c. d'alcool une partie dans 10 parties d'eau distillée. Lavez de nouveau la nuance dans de l'eau distillée jusqu'à ce que la couleur soit fixée et faites sécher à l'air. Une fois la préparation sèche, on la monte dans du baume du Canada. Si la culture est restée non contaminée et si le verre couvercle était propre au début, la préparation sera bonne et se conservera indéfiniment.

On suit le même procédé pour les autres phases de développement des spores à l'étude.

DESCRIPTION DES CHAMPIGNONS DE CHARBON ETUDIES DANS CE BULLETIN.

La clef suivante servant à l'identification de champignons de charbons étudiés dans ce bulletin sera utile aux professeurs et aux étudiants. Cette revue est adaptée de l'étude "Ustilaginales" du docteur George Perkin Clinton, North American Flora, vol. 7, part. I, publiée par le "New York Botanical Garden", 4 octobre 1906, que nous considérons comme la nomenclature la plus complète sur le sujet. On connaît environ 11 genres des *Ustilaginées* avec 120 espèces tandis que les *Tilletiées* sont représentées par 8 genres comprenant environ 78 espèces. Ils se rencontrent sur les herbes cultivées et sauvages, et sur un grand nombre d'autres plantes. Leur importance diminue avec la valeur économique des plantes attaquées.

FAMILLE *I, USTILAGINEES.*

Les sores forment habituellement des masses de spores poussiéreuses ou agglutinées. La germination se fait par un promycelium cloisonné qui donne naissance à des sporidies terminales et latérales (susceptibles de se reproduire comme la levure dans des solutions nutritives) ou encore des filaments infectants

Spores seules.
- Masses de spores (sores) poussiéreuses à maturité
  - Sans membrane fausse distincte . . . . . I. *Ustilago.*
  - Avec une membrane fausse de cellules distinctes de champignon. . . . . II. *Sphacelotheca.*

I. *Ustilago* (Pers.) Roussel, Fl. Calvados ed. 2. 47. 1896.

Sores sur diverses parties de la plante hospitalière formant, à maturité, des masses poussiéreuses de spores généralement de couleur foncée; spores isolées, produites irrégulièrement dans les filaments fertiles du mycelium, qui disparaissent bientôt complètement par la gélatination; petite ou de grosseur moyenne; germination au moyen d'un promycelium cloisonné, ne produisant que des filaments d'infection ou au moyen de sporidies formées terminalement ou latéralement près des cloisons; les sporidies dans l'eau formant habituellement en germant des filaments d'infection, mais dans les solutions nutritives elles se multiplient indéfiniment, à la façon de la levure.

A. Spores rougeâtres, olives, ou brun noir.

1. Spores parfaitement lisses, petites, 4-10μ de longueur. Sores dans les épillets isolés.

(*a*) Spores de couleur plus faible d'un côté, sores 6-10 mm. de longueur.
- Plante hospitalière: *Avena;* masse de spores brun-noir. 1. *U. Levis.*
- Plante hospitalière: *Hordeum;* masse de spores noir-pourpre. . . . . 2 *U. Hordei.*

(*b*) Spores de couleur uniforme, sores détruisant habituellement les parties intérieures et basales de l'épillet. . 3. *N. Crameri.*

2. Spores échinées verruqueuses (parfois faiblement ou obscurément).

(*a*) Spores, petites 4-9μ de longueur. Sores dans les épillets, les détruisant assez complètement
Plante hospitalière: *Avena*. . . . . 4. *U. Avenæ.*
Plante hospitalière: *Triticum*. . . . . 5. *U. Tritici.*
Plante hospitalière: *Hordeum*. . . . . 6. *U. nuda.*

(*b*) Spores moyennes, 9-14μ de longueur. Les sores généralement très visibles se trouvent sur toutes parties de la plante hospitalière . . . . . 7. *U. Zeae.*

1. *Ustilago levis* (Kellerm & Swingle) Magn. Abh. Bot. Ver. Prov. Brand. 37: 69, 1896

Ustilago Avenæ levis Kellerm & Swingle.
Ustilago Kolleri Wille.

Sores dans les épillets, formant une masse adhérente, de spores d'un brun-noir, parfois petite et entièrement cachée par les glumes, mais généralement visibles et détruisant les parties intérieures et celle de la base; les spores sont d'une nuance plus claire d'un côté, subsphériques ou rarement plus allongées, lisses, 5-9μ les plus allongées ont rarement 11μ de longueur.

Charbon couvert de l'avoine cultivée.

2. *Ustilago Hordei* (Pers.) Kellerm. & Swingle. Annual Rep. Kan. Agr. Exp. Sta. 2: 268, 1890.

Uredo segetum Hordei Pers.
Ustilago Hordei tecta Jens.
Ustilago Jensenii Rostr.

Sores dans les épillets, formant une masse adhérente de spores d'un noir-pourpre, d'environ 6-10 mm. de longueur, couvertes de façon assez permanente par les parties transparentes de la base des glumes; les spores ont une teinte plus claire d'un côté, et sont généralement subsphériques ou sphériques, lisses 5-9μ les plus allongées ont rarement 9-11μ de longueur.

Charbon couvert de l'orge cultivée.

3. *Ustilago Crameri* Körn.; Fuckel, Jahrb. Nass. Ver. Nat. 27-28: 11, 1873.

Sores dans les épillets, infectant la totalité des épillets, ovés, environ 2-4 mm. de longueur, détruisant surtout les parties intérieures et basales; spores d'un brun rougeâtre, principalement ovoides à subsphériques mais parfois plus allongées et irrégulières, à contenu généralement déprimé; la plupart de 8-11μ de longueur.

Charbon de l'épi des millets italiens cultivés.

4. *Ustilago Avenæ* (Pers.) Jens. Charb. Cereales 4, 1889.

Uredo segetum Avenæ Pers.
Ustilago segetum Avenæ Jens.
Ustilago Avenæ f. folicola Almeida.

Sores dans les épillets, formant une masse poussiéreuse d'un brun olive, d'environ 6-12 mm. de longueur et moitié moins large, détruisant ordinairement assez complètement les parties florales, se repandant plus tard, mais rarement sur les feuilles; spores d'une nuance plus faible d'un côté; subsphériques à sphériques quoique souvent plus allongées, légèrement échinées 5-9μ de longueur .

Charbon nu de l'avoine.

5. *Ustilago Tritici* (Pers.) Rostr. Overs. K. Danske Vid. Selsk. Forh. 1890: 15. (Mr. 1890.)

=*Uredo segetum Tritici* Pers.
Ustilago segetum Tritici Jens.
Ustilago Tritici Jens.
Ustilago Tritici f. folicola P. Henn.
Ustilagidium Tritici Herzb.

Sores dans les épillets, formant une masse poussiéreuse d'un brun olive d'environ 8–12 mm. de longueur et moitié moins large, détruisant généralement complètement les parties florales, se dispersant plus tard et ne laissant par derrière que le rachis nu; spores moins colorées d'un côté que de l'autre, subsphériques à sphériques, quoique souvent plus allongées, légèrement échinées surtout sur le côté le moins coloré, 5–9μ de longueur.

Charbon du blé cultivé.

6. *Ustilago nuda* (Jens.) Kellerm. & Swingle. Annual Rep. Kansas Agr. Exp. Sta. 2: 277. (1890.)

Ustilago Hordei nuda Jens.
Ustilago Hordei Rostr.
Ustilagidium Hordei Herzb.

Sores dans les épillets, formant une masse poussiéreuse d'un brun olive d'environ 6–10 mm. de long et moitié aussi larges, protégés temporairement par une membrane mince, mais se dispersant bientôt et laissant par derrière le rachis nu; spores plus faiblement colorées d'un côté, légèrement échinées, subsphériques à sphériques ou parfois plus allongées, 5–9μ de longueur.

Charbon nu de l'orge cultivée.

7. *Ustilago Zeae* (Beckm.) Unger, Einfl. Bodens 211. (1836.)

= *Lycoperdon Zeae* Beckm.
Uredo Zeae Schw.
Ustilago Maydis Corda.
Ustilago Schweinitzii Tul.
Ustilago Zeae-Mays Wint.
Ustilago Euchlaenae Arcang.
Ustilago Mays-Zeae Magn.

Sores sur toutes les parties de la plante hospitalière, généralement apparents, formant des boursouflures irrégulières, de quelques millimètres à plus d'un décimètre de diamètre, d'abord protégés par une sorte de fausse membrane blanche, composée de cellules de plantes et de filaments de champignons semi-gélatinés, s'ouvrant bientôt pour laisser apparaître une masse de spores d'un brun rougeâtre; spores illipsoides à sphériques, ou rarement plus irrégulières, fortement mais assez grossièrement échinées 9–11μ les plus allongées 15μ de longueur.

Charbon commun du maïs cultivé.

II. *Sphacelotheca* De Bary. Verg. Morph. Bio. Pilz, 187. (1884.)

Sporisorium Ehrenb.
Endothlaspis Sor.

Sores généralement dans l'inflorescence, souvent limités aux ovaires, pourvus d'une membrane fausse (plus ou moins temporaire) couvrant une masse de spores poussiéreuses et une columelle centrale (généralement composée de tissus de la plante); la membrane fausse est composée principalement ou entièrement de cellules fongueuses stériles qui sont hyalines ou légèrement teintées, d'oblongues à sphériques, et généralement fixées ensemble plus ou moins solidement; les spores sont séparées, généralement

d'un brun rougeâtre, elles se développent d'une manière quelque peu centripède, de grosseur faible à moyenne. La germination est la même que dans les *Ustilago*.
Spores olives à brun rougeâtre, sores dans les ovaires, spores 5-6μ de longueur.

1. *S. Sorghi.*

1. *Sphacelotheca Sorghi* (Link). Clinton, Journal Mycology 8: 140. (1902.)

Sporisorium Sorghi Link.
Tilletia Sorghi-vulgaris Tul.
Ustilago Sorghi Pass.
Ustilago Tulasnei Kühn.
Cintractia Sorghi-vulgaris Clinton.

Sores généralement dans les ovaires ou les organes essentiels, formant des corps oblongs à ovés, 3-12 mm. de longueur, fusionnant rarement les très jeunes épillets en formes irrégulières, protégés pendant quelque temps par une fausse membrane, mais en s'ouvrant la masse de spores brun olive s'éparpille, laissant nue la columelle formée des tissus de la plante; les cellules stériles de la membrane se rompent parfois en groupes hyalins, oblongs ou sphériques, principalement de 7-18μ de longueur; spores subsphériques à sphériques, lisses, contenu souvent granuleux, 5. 5 8μ de diamètre.

Charbon de sorgho cultivé.

Deuxième famille. *TILLETIEES.*

Sores formant des masses poussiéreuses sortant des tissus ou fixées permanemment dans les tissus. La germination se fait au moyen d'un promycélium court qui donne généralement naissance à une grappe terminale de sporidies allongées qui, en se fusionnant en paires ou sans se fusionner, produisent des sporidies secondaires, semblables ou dissemblables ou germent directement en filaments d'infection.

Spores simples, poussiéreuses à maturité. . . . . *Tilletia.*

Tilletia Tul. Ann. Sci. Nat. III, 7: 112. 1847.

Sores dans diverses parties des plantes hospitalières, généralement dans les ovaires, formant une masse poussiéreuse; spores uniques, se formant généralement séparément au bout des fils de mycélium qui disparaissent plus ou moins complètement par la gélatination, de grosseur moyenne à forte; la gélatination est accompagnée de fusionnement en paires ou se fait sans fusionnement; dans les bouillons de culture, elle peut donner naissance à un mycélium considérable qui porte des sporidies aériennes secondaires.

Sores lisses. . . . . 1. *T. foetens.*
Spores réticulées, sores 5-8 mm. de longueur. . . . . 2. *T. tritici.*

1. *Tilletia foetens* (B. & C.) Trel. Par. Fungi Wise. 35. (1884).

Ustilago foetens, B. & C.
Tilletia lævis Kühn.

Sores dans les ovaires, ovés à oblongs, 5-8 mm. de longueur plus ou moins cachés par les glumes, la totalité des ovaires d'un épi peut être infectée ou seulement une partie; spores d'un brun clair ou brun foncé, oblongues à subsphériques ou sphériques, parfois assez anguleuses, fétides surtout au commencement, lisses, principalement 16-22μ les plus allongées ont rarement 28μ de longueur

Carie à spores lisses du blé cultivé.

2. *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. Rab. Krypt. Fl. 1: 110. (1881).

Lycoperdon Tritici (Bjerk).
Uredo Carries D.C.

Sores dans les ovaires ovés à oblongs, 5–8 mm de longueur, plus ou moins cachés par les glumes; cellules rares, stériles, hyalines, subsphériques, avec une paroi mince, moyenne, plus petite que les spores; spores principalement subsphériques ou sphériques, d'un brun foncé à brun clair à réticulations ailées, d'environ 1μ de hauteur par 9-4μ de largeur, 16-22μ de diamètre.

Carie à spores rudes du blé cultivé.

EXPLICATION DES TERMES BOTANIQUES.

Nous nous sommes efforcés dans ce bulletin d'employer le moins possible de termes botaniques ou scientifiques sauf dans le résumé descriptif des genres et des espèces où nous nous sommes servi entièrement de ces termes. L'étudiant rencontrera ces termes dans tous les manuels sur le sujet; il fera donc bien de se familiariser avec eux: leur emploi permet d'économiser du temps et de la place et assure plus d'exactitude. Nous donnons ici ces termes par ordre alphabétique en expliquant brièvement leur signification. Les abréviations suivantes ont été employées également:

"μ" lettre de l'alphabet grec, employé comme symbole en biologie; elle dénote une unité de longueur; on l'appelle aussi "micron" ou "micro-millimètre". Elle représente 1-1000 de millimètre ou 1-25000e de pouce.

mm.=millimètre: 0.0394 pouce.

dm=décimètre: 10 centimètres ou 3.937 pouces.

Allongé: Oval, elliptique ou encore plus long que large.

Anguleux: Formes anguleuses ou dépressions dans les spores de champignon, résultat de la compression.

Anthère: La portion de l'étamine qui renferme les grains du pollen.

Autoclave: Appareil employé dans la stérilisation des liquides et des solides et qui comporte l'emploi de vapeur surchauffée.

Bouillon ou médium: Terme par lequel on désigne en mycologie ou en bactériologie les diverses substances, liquides, gélatineuses ou solides, que l'on emploie pour la culture artificielle des champignons ou des bactéries.

Centripète: Qui pousse en se dirigeant vers le centre.

Columelle: Petite colonne de cellules stériles qui se trouve dans le sporange ou le sore du champignon.

Conidies: Nom technique de certains types de spores de champignons.

Echiné: Couverte de pointes fines.

Ellipsoïde: Oblongue, à extrémités arrondies et uniformes.

Epillet: Une grappe portant une ou plusieurs fleurs entourées d'une glume commune ou d'une paire de glumes.

Etamine: Partie mâle de la fleur qui se compose de l'anthère et du filet (tige.)

Fécondation: Acte qui a pour résultat la production d'un fruit ou d'une graine.

Gélatination: Terme par lequel on décrit la réduction en une masse semblable à de la gelée, des hyphées ou des membranes du champignon.

Genre: Nom d'un groupe de plantes ou d'animaux; toutes les espèces qui appartiennent à ce groupe portent le nom du genre au commencement de leur nom scientifique.

Glumes: Parties des fleurs semblables à de la balle dans les graminées ou dans les céréales et qui servent à protéger la fleur.

Hyaline: Sans couleur, comme de l'eau claire.

Inflorescence: Ensemble de fleurs, ou disposition des fleurs sur la tige.

Mordant: Toute substance qui prépare un objet à retenir la couleur. Les objets qui prennent difficilement une teinte comme les flagelles des bactéries doivent être mordancés au préalable.

Mycelium: Partie végétative des champignons, composée de filaments connus individuellement sous le nom d'hyphes.

Ovaire: Partie qui renferme les ovules et dont le fruit est formé.

Ové: En forme d'œuf.

Ovule: Graine qui n'est pas encore mûre.

Pale: La partie intérieure des deux bractées ou écailles qui enveloppent les fleurs séparées dans l'épillet des graminées.

Pistil: Organe femelle d'une fleur, composé de l'ovaire, ou étui de la graine, du ou des stigmates qui reçoivent le pollen, et généralement d'une tige qui relie ces deux parties. (le style.)

Plante hospitalière: Terme employé en pathologie pour toutes les plantes qui entretiennent ou qui nourrissent un organisme parasite.

Promycelium: Le mycelium plus ou moins court, épais, cloisonné ou non cloisonné, qui se produit à la germination des spores du charbon, portant des spores secondaires ou produisant des tubes germinatifs.

Rachis: L'axe d'une inflorescence.

Réticulations: Marques ou lignes s'entrecroisant comme les mailles d'un filet. Surface réticulée: surface marquée de lignes en forme de mailles.

Septum ou *septa* ou *cloison*: La ligne ou les lignes de divison que l'on trouve dans le mycelium du champignon. Le mycelium ou champignon peut être cloisonné (septate) ou non cloisonné.

Sores: Terme employé assez incorrectement en mycologie pour décrire certaines sortes de masses de spores de champignon.

Sphérique: Rond, en forme de cercle.

Sporidies: Semblables aux conidies ou spores de champignon; terme employé généralement pour les spores petites ou secondaires.

Stigmate: La partie terminale du pistil qui reçoit les grains de pollen pendant la fécondation.

Style: La partie allongée du pistil, en forme de queue

Subsphérique: Presque sphérique mais pas tout à fait.

Verruqueux: Couvert de verrues.

TABLE ALPHABÉTIQUE

Action du froid (grain [illegible]), [illegible] de repos), 13 (spores [illegible] germ[illegible]), 13.

Avoine (charbon couvert [illegible]) (charbon nu [illegible]), 37—(charbons), 37.

Batteuse (facteur de propagation), [illegible] (nettoyage), 9.

Blé (ca[illegible] (charbons), [illegible] (germination du [illegible]), [illegible] (en), [illegible] maladie [illegible] charbons [illegible] 1 et [illegible] 18 [illegible] 25.

Blé [illegible] Inde (voir [illegible]).

Car[illegible] du blé (a[illegible] 17—(ger[illegible] spores), 19 (survie), prévention à [illegible] 21 (longévité des spores), 19 [illegible] que le blé), 20—(spores), [illegible]—(tra[illegible] 29—(traitement à la formaline), [illegible] tement au sulfate de cuivre.

Champignons [illegible] (déf[illegible] ification [illegible] 53—[illegible] tificie[illegible] get[illegible] minat[illegible] des [illegible] 52—(nat[illegible] tion), [illegible] préparat[illegible] perma[illegible] 53 (rassem[illegible]ment [illegible] 53—(solu[illegible] tions [illegible]tives).

Char[illegible] couvert de l'avoine [illegible] (ressemblances), 39 (traitement [illegible]).

Char[illegible] couvert de l'orge (aspect), 35 (propagation), 36 (traitement).

Charbon du [illegible] (aspect) 24 [illegible]ogie), 24—(infection [illegible] la fleur) [illegible] champignon dans le g[illegible] 28—(i[illegible] ble [illegible] formaline [illegible]) 29 [illegible] ation [illegible] spores 28—(eau [illegible] rech[illegible] dénoisée), 29.

Charbon du maïs, 40—[illegible]tion du [illegible] rec), 42—(mode d'in[illegible] 42—(tum[illegible] 40 (traitement), [illegible]

Charbon du [illegible] à balai (aspect), [illegible] (mode [illegible]tion) [illegible] (traitement), [illegible]

Charbon du m[illegible] (aspect) 46—(mode d'in[illegible] 46 (traitement), 46.

Charbons [illegible] (microscopiques), 7—(influence des [illegible] 12—(non bornés aux plantes [illegible]rées) [illegible] causées), 16—(plantes infectées [illegible] plantes),—(re[illegible]), 11—([illegible]), 13—(transport par batt[illegible]).

Charbon nu de l'av[illegible]), 37 (développement), 39—([illegible] 39.

Charbon nu de l'orge, [illegible]—(aspect), 37 (effets), 37—(traitement), 37.

Chef pour identification des charbons, 54.

Couperose bleue, 21.

Couperose bleue (voir sulfate de cuivre).

Cultures artificielles (germination), 52—(matériaux), 52—(préparation de cultures), 52—(préparation de [illegible]), [illegible] (solutions nutritives), 52.

Eau chaude (bonne pour tous charbons), 31—(découverte), 29—(germination affaiblie), 29—(machine spéciale), 34—(méthode danoise), 34 (traitement), 32.

Fleurs (infection), 28.

Formaline (arrosage), 22—(effet [illegible] le grain), 23 (traitement), 21, 49—(trempage), 22.

Fumier [illegible] charbonneux (danger), 10.

[illegible]d (voir [illegible]ection).

Germination [illegible] des semis (avoine), 39—([illegible] du [illegible]—(charbon couvert de l'o[illegible] 36—[illegible] nu de l'avoine), 39—(n[illegible] ba[illegible] mille [illegible] 46.

[illegible]), 4[illegible]

[illegible] 44.

[illegible] carie,

[illegible] charbonn[illegible] (voir charbons).

Maladie des hareng[illegible] (voir carie du blé).

Millet (charbon), 46.

Orge (charbons), 34—(charbon couvert), 36—(charbon nu), 36.

Plantes hospitalièr[illegible] (action du champignon [illegible]—(infection de la fleur), [illegible] des semis), 12.

Séchage du grain (difficultés) [illegible] angé avec de la sciure), 34.

Semence, traitement général, (voir [illegible]rses maladies).

[illegible] (influence), 12.

Solutions chimiques pour trait[illegible] [illegible]se bleue ou sulfate de cuivre), [illegible] (formaline), 21, 49.

Sorgho (voir maïs à balai).

Spores des charbons (aspect), 7—(description), 7—(grosseur) [illegible]lanche, 1—(hivernement dans le sol), 15 [illegible] résistance au froid), 15—(vitalité), 9.

Sulfate de cuivre (arrosage), 22—(arrosage à l'eau de chaux), 24—(effet sur le grain), 23—(pré[illegible]utions générales), 22—(traitement), 21, 49—(trempage), 22.

Tarare (son importance), 21.

Termes botaniques (explication), 58.

Tilletia foetens, 17, 57.

Tilletia triciti, 17, 57.

Ustilago avenae, 37, 55.

Ustilago crameri, 46, 55.

Ustilago hordei, 36, 55.

Ustilago levis, 37, 55.

Ustilago nuda, 56.

Ustilago tritici, 26, 56.

Ustilago Zeae, 40, 56.

Variétés (susceptibilité), 14.